

DOCUMENT RESUME

ED 123 054

SE 020 367

TITLE Activites d'evenil Scientifiques a l'ecole
Elementaire: Objectifs, Methodes, Moyens
(Introduction to the Scientific Method (for grade
School Students): a Collection of Objectives,
Methods, and Tools).

INSTITUTION Institut National de Recherche et de Documentation
Pedagogiques, Paris (France).

PUB DATE 73

NOTE 275p.; In French; Lengthy informative abstract in
English; Photographs will reproduce marginally

AVAILABLE FROM Institut National de Recherche et de Documentation
Pedagogiques, Services des Etudes et Recherches
Pedagogiques, 29, Rue d'Ulm, 75 230 Paris - CEDEX 05,
France

EDRS PRICE MF-\$0.85 HC-\$14.05 Plus Postage

DESCRIPTORS *Curriculum Development; Elementary Education;
*Elementary School Science; *French; Instructional
Materials; Science Activities; Science Education;
*Scientific Methodology; *Teaching Guides

ABSTRACT

This publication is intended for use by curriculum
and instruction persons, teachers, and administrators who wish to
introduce the scientific method to elementary school students.
Included in this work are objectives, methods, levels of instruction,
open classroom activities, and evaluations of learning activities.
All of the work is done with a generalized rather than a specialized
introduction to scientific inquiry and is based on the needs of the
child rather than upon the requirements of subject matter. (HA/CP)

* Documents acquired by ERIC include many informal unpublished *
* materials not available from other sources. ERIC makes every effort *
* to obtain the best copy available. Nevertheless, items of marginal *
* reproducibility are often encountered and this affects the quality *
* of the microfiche and hardcopy reproductions ERIC makes available *
* via the ERIC Document Reproduction Service (EDRS). EDRS is not *
* responsible for the quality of the original document. Reproductions *
* supplied by EDRS are the best that can be made from the original. *

ED123054

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH,
EDUCATION & WELFARE
NATIONAL INSTITUTE OF
EDUCATION

THIS DOCUMENT HAS BEEN REPRODUCED EXACTLY AS RECEIVED FROM THE PERSON OR ORGANIZATION ORIGINATING IT. POINTS OF VIEW OR OPINIONS STATED DO NOT NECESSARILY REPRESENT OFFICIAL NATIONAL INSTITUTE OF EDUCATION POSITION OR POLICY.

Submitted for Entry into the ERIC System

ORIGINAL FRENCH TITLE

Activites d'evenil scientifiques

a l'ecole elementaire

objectifs, methodes, moyens

ORIGINAL FRENCH AUTHOR

Institut national de recherche et de documentation
pedagogiques
Services des etudes et recherches pedagogiques
29, rue d'Ulm
75 230 PARIS - CEDEX 05
F R A N C E

TITLE (ENGLISH TRANSLATION)

Introduction to to the Scientific Method

(for Grade School Students) :

a Collection of objectives, methods, and tools

AUTHOR OF THE ENGLISH ABSTRACT

Howard P. Alvir, Ph.D.

Dr. ALVIR can be contacted at 27 Norwood Street
in Albany, New York 12203 USA

SUMMARY

The audience for this publication includes:

- A. Elementary teachers,
- B. Administrators, and
- C. Graduate students

This publication provides a wide selection of examples of alternatives:

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| I. Objectives, | IV. Open classroom activities, |
| II. Methods, | V. Evaluations, and |
| III. Levels of instruction, | VI. Means |

from which these evaluators can:

- A. Develop curriculum (in terms of the desired end product) and
- B. Plan instruction (in terms of learning opportunities and learning environments geared to the attainment of measurable and/or observable LEARNER BENEFITS).

All of this is done in the framework of:

- 1. The ultimate purposes of elementary education
- 2. A generalized rather than a specialized introduction to scientific inquiry
- 3. Developmental psychology based upon the needs of the child rather than upon the requirements of subject matter
- 4. Generalizability verified by use in 100 classrooms in 40 geographically scattered locations

INTRODUCTION

The apparent unchanging nature of the outside of a school building gives little indication of what is happening inside. This is true on all levels of education.

If reading, writing, and arithmetic are considered to be the most important LEARNER BENEFITS of elementary education, then these learner benefits as ends are pretty much uniform from school to school, from program to program, and from student to student.

If citizenship is considered the most important LEARNER BENEFIT, then reading, writing, and arithmetic become means to the purposes and benefits of a larger society.

If compulsory education keeps on prolonging the length of time required by formal schooling, then autonomy and responsibility become the main LEARNER BENEFITS as values needed by the scholar who no longer wishes to be treated like a child.

The above analysis could continue indefinitely in search of one set of learner benefits that is accepted by all concerned.

Such a search could be futile.

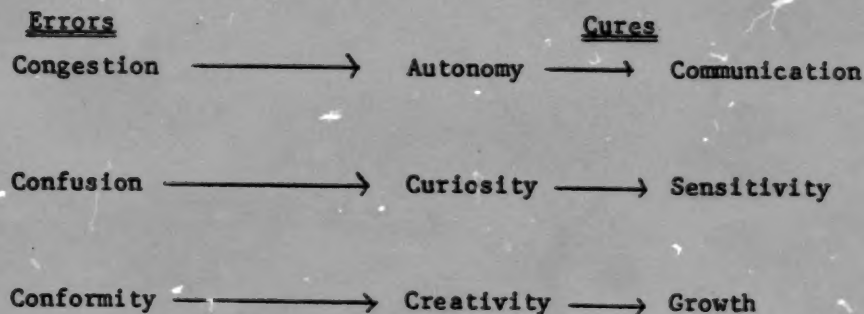
Even when all the specific skills are accepted by all three of the above general purposes of education, each of these skills is treated differently.

- A. In basic literacy, each of the skills is a specific learner benefit desired in itself.
- B. In civic education, each of the basic skills is a tool for the development of society.
- C. In adult education, each of the basic skills is an instrument for self-fulfillment.

Another problem poses itself. From the point of view of the number of objectives to be achieved in education, the modern world offers many more learner benefits than were formerly available. However, since the time spent in school is roughly equivalent, at least for the elementary and secondary years, something must be done in order to make sure that these learner benefits are acquired in the short time available.

Conceptually, this problem is approached from the wrong viewpoint. It is sometimes erroneously assumed that each learner must acquire each learner benefit in a certain prespecified order and in a certain uniform pattern. This approach to learner benefits creates a bottleneck situation that causes congestion, confusion, and conformity.

Look at the following chart of errors and cures in order to find the solutions to the above three problems:



AUTONOMY simply means that there is more than one way to achieve a specific objective. In addition, there is more than one uniform pattern of objectives. This means that even at an early age the learner must begin to pick and choose those learner benefits that are most appropriate FROM THE VIEWPOINT OF THE LEARNER.

CURIOSITY simply means that a learner can derive any learner benefits from asking questions that are perceived as relevant by the learner. Curiosity enables the learner to learn more from his own questions than from memorizing the questions and answers imposed by others even if these others are more intelligent and more experienced.

CREATIVITY simply means that a learner will derive a certain amount of learner benefits from creating something fresh and original. After the learner has experienced the value of personal creativity and discovery, the learner is in the better position to derive learner benefits from the experience of others, including peers and adults.

COMMUNICATION simply means that the ability to express oneself spontaneously (for example, to make a noise or give out a grunt) will gradually transform itself into an exchange (for example, a two-way conversation) provided that the innate force of the learner is channelled rather than suppressed. The challenge for such an educator is not to quiet down the noisy child, but instead to redirect these forces into worthwhile educational objectives.

SENSITIVITY simply means that even the most self-centered child can achieve the learner benefits of taking the viewpoint of others provided others begin to understand the viewpoint of the child. As a human being, the sensitive learner must be able to balance cognitive, psychomotor, and affective human needs.

GROWTH simply means that:

A sound mind and a healthy body is a good way to learn

Openness to others is one way to discover one's inner resources

Openness to society enables a learner to derive the benefits of a wide spectrum of human experience

Openness to the environment enables the individual to learn a lot from inanimate objectives, tools, and circumstances.

ACHIEVING LEARNER BENEFITS

As the preceding pages point out, there is a certain amount of background necessary to understand the complexity of learner benefits.

With this in mind, this publication can be seen as a creative effort to provide a humane background for the acquisition of learner benefits deriving from scientific investigation.

In any career, the awakening of the scientific habit of mind is a benefit that can lead to greater personal happiness, a better job, occupational satisfaction, vocational happiness, a useful part in society, material success, nonmaterial success, and a full life with others.

Ordinarily, in such subjects as reading, writing, and arithmetic, it is easy to pinpoint one specific learner benefit that results from one specific learning activity.

In a more scientific and vocational context, the situation is quite the opposite:

- A. The child performs one specific activity in a highly specialized environment.
- B. As a result of this experience, the child becomes an adult in the sense that many objectives have been achieved by one specific activity well done.

When the above phenonema takes place, it takes a highly trained teacher to recognize and document the resulting learning activities.

LEARNER BENEFITS THAT CAN
RESULT FROM ONE SPECIFIC ACTIVITY

The following list of learner benefits is provided in order to give an idea of what to expect from this publication.

Having such a list in front of the teacher enables the educator to adapt spontaneously to a wide variety of planned and unforeseen learning opportunities.

If the teacher is ready to identify a learner benefit immediately after the benefit is acquired by the student, the student is in a much better position to capitalize on this important educational gain.

**AN ANALYTICAL LISTING OF LEARNER BENEFITS
(PP. 25-34)**

DIRECTIONS:

The first column specifies the learner benefit code identification number.

The second column specifies a short description of the learner benefit.

<u>LEARNER BENEFIT CODE IDENTIFICATION #</u>	<u>A SHORT DESCRIPTION OF THE LEARNER BENEFIT</u>
G	General education learner benefits
G-1	Developmental awaking of the personality
G-1-1	Curiosity
G-1-2	Critical thinking ability
G-1-3	Creativity
G-1-4	Autonomy and responsibility
G-2	Socialization
G-2-1	From self-centered behavior to cooperation
G-2-2	Communication of ideas
G-2-3	Acceptance of specific social constraints
L	Various communication languages
L-1	Mastery of different modes of expression
L-2	The mother tongue
L-2-1	The spoken mother tongue
L-2-2	The written mother tongue
L-3	Communication with symbols or codes
L-4	Application of mathematics
L-5	Audio-visual literacy

LEARNER BENEFIT CODE IDENTIFICATION #A SHORT DESCRIPTION OF THE LEARNER BENEFIT

M	Learning skills
M-1	General learning skills
M-2	Specific methods of scientific thought
T	Technological competency
T-1	General technological initiative
T-2	The technology of construction
T-3	The technology of instruments
T-4	The technology of living organisms
T-4-1	Groups
T-4-2	Cultures

CONCLUSION

With the above partial analysis of learner benefits in mind, the typical teacher asks the question, "Where can I find activities that directly or indirectly influence the learner's acquisitions of the above specified learner benefits?"

No matter how this question is placed, there is a specific answer to this question.

The answer to this question is found on pages 37-249 of the publication summarized.

Specific career concepts to keep in mind while using this material include the following:

1. A person's career must be based upon a realistic concept of all aspects of the career.
2. A person's career must be based upon a realistic concept of all aspects of the person.
3. In matching a career with a specific person, personal characteristics, educational capabilities, interests, weak areas, and motivation must be considered.
4. A person should be given realistic opportunities to achieve a wide variety of career goals.
5. A person must be aware of the opportunities for advancement within any given career.
6. A person must be able to integrate personal characteristics and job values desired.
7. A person must be able to reevaluate career selection and direction when necessary.
8. A person must be able to define educational requirements for careers in understandable terms.
9. A person must be aware of the fact that labor market forecasts influence the range of careers available.
10. Persons must be able to find information about a career, including where to find this information and how to use it.
11. A person prepared for a career must be prepared for necessary decisions AFTER formal schooling.

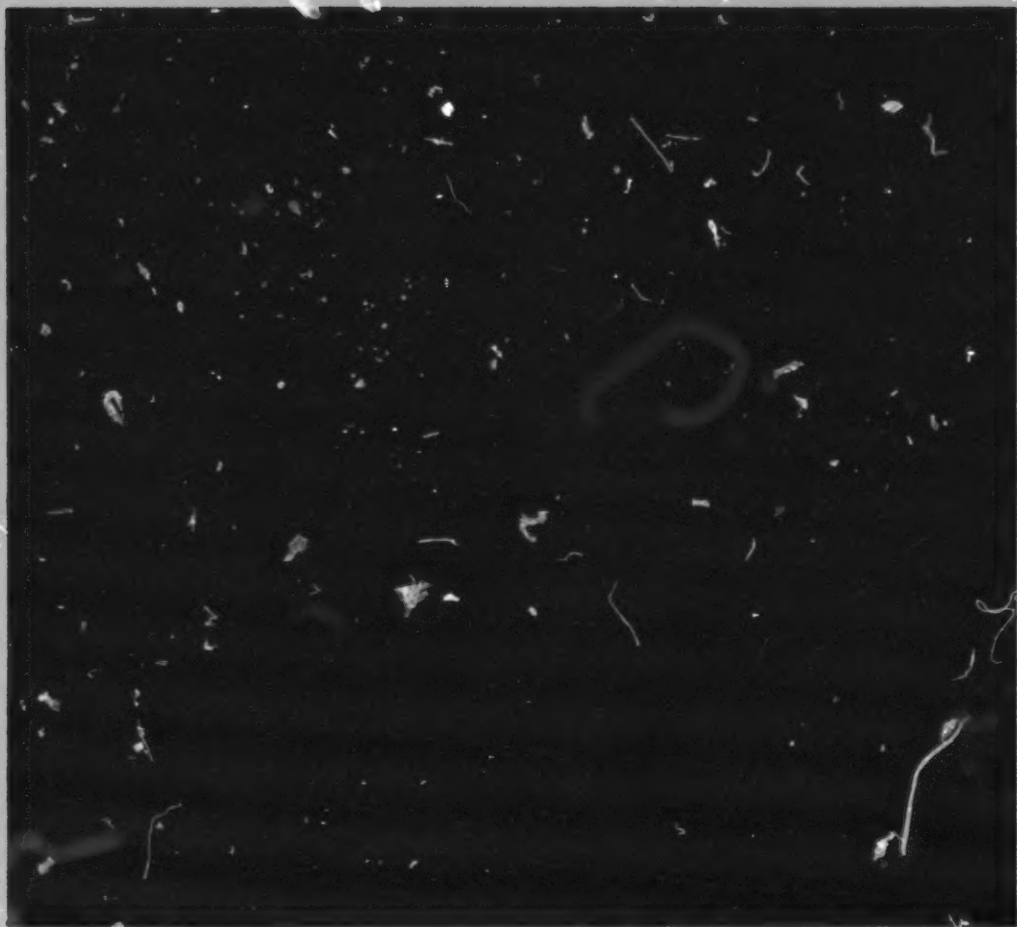
Here are a few final thoughts that sum up this up.

In the elementary school, career education includes self-awareness just as much as technological "know-how."

A generalist is more able than a technical specialist to cope with the evolving demands of the labor market.

Development means growth more than it means memorization.

Classroom materials fieldtested in a variety of sites are more likely to be accepted by teachers who mistrust "bright untried" ideas.



RECHERCHES PÉDAGOGIQUES

**INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE
ET DE DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUES**

L'INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE
ET DE DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUES

*publie une documentation
destinée aux enseignants, aux administrateurs,
aux étudiants et aux élèves,
qui regroupent des informations administratives
et pédagogiques.*

Périodiques

Revue française de pédagogie
L'Éducation
Textes et documents pour la classe
Techniques économiques
Techniques industrielles
Les Livres
Bulletin officiel de l'Éducation nationale
Recueil des lois et règlements de l'Éducation nationale
Statistique des enseignements

**Publications
pédagogiques**

Cahiers de documentation
Techniques de la classe et perfectionnement des enseignants
Manuels expérimentaux
Rapports de jurys de concours
Recherches pédagogiques
Mémoires et documents scolaires
Moyens d'enseignement

**Publications
administratives**

Organisation scolaire et universitaire
Équipement et constructions scolaires
Personnel de l'Éducation nationale
Tableaux de l'Éducation nationale
Horaires - Programmes - Instructions

catalogue gratuit
sur
demande

INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
ET DE DOCUMENTATION
PÉDAGOGIQUES



SERVICE D'ÉDITION ET DE VENTE
DES PUBLICATIONS
DE L'ÉDUCATION NATIONALE
29 RUE D'ULM
75 230 PARIS - CEDEX 06

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUES

SERVICE DES ETUDES ET RECHERCHES PEDAGOGIQUES

ACTIVITÉS D'ÉVEIL SCIENTIFIQUES A L'ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE

I OBJECTIFS - MÉTHODES MOYENS



Brochure n° 62 RP

1973

16

Dans la même collection

Les activités d'éveil à dominante intellectuelle au cours préparatoire (1971).

L'initiation mathématique au cycle élémentaire (1966).

L'enseignement des mathématiques modernes dans l'enseignement élémentaire et préscolaire (1967).

L'enseignement des mathématiques au cycle élémentaire (1970).

L'école maternelle et la mathématique vivante (1971).

L'enseignement du français à l'école élémentaire - essais et confrontation (1970).

L'enseignement du français à l'école élémentaire - aspect linguistique (1971).

L'enseignement du français à l'école élémentaire - principe de l'expérience en cours (1971).

Biologie (Initiation expérimentale) en 6^e et 5^e dans les C.E.S. expérimentaux (1972).

A paraître :

*Langue parlée, langue écrite et créativité à l'école maternelle.
Unité de recherche pré-élémentaire.*

Organisation pédagogique de l'école élémentaire.

**Document de recherche
à l'usage des établissements
chargés d'expérimentation**

Tous droits réservés



La première rédaction de cet ouvrage
a été assurée par les professeurs d'E.N. et instituteurs :

- M^{me} Beaufils, M^{me} Bonnet, Furmaniak, Lauth
- MM. Bech, Berthelot, Decker, Fauquet, Flochet, Lefebvre, Tryoen
- Responsable de la coordination : M. Fauquet
- à partir des documents signalés au chapitre « Participants à la recherche ».

La seconde ébauche a été réalisée par :

- M^{me} Frotier, M^{me} Millour
- MM. Bech, Berthelot, Dussardier, Fauquet, Gris, Lalanne, Lefebvre, Morisset, Tavernier, Tryoen (instituteurs, professeurs d'E.N., I.D.E.N.).

Le texte définitif a été rédigé par :

- Victor Host

et l'équipe parisienne de la section Sciences I.N.R.D.P. :

- Claudie Deman, Jeanine Deunff, Maurice Dussardier.

Au recto : PETITE FILLE A L'ESCARGOT (fig. 1).

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	7
I - Objectifs et hypothèses de recherche	9
A. Finalités de l'école élémentaire	11
B. Objectifs des activités d'éveil scientifiques	18
C. Tableau analytique des objectifs	25
II - Vue d'ensemble de la démarche : présentation et analyse de quelques thèmes	35
A. Les aimants (C.P.)	37
B. Les dents (C.E.)	47
C. Jaugeage d'une cuve opaque (C.M.)	55
D. Les escargots (C.M.)	64
E. Commentaires : points de convergence	74
F. Remarques	78
1. Le rôle du maître	78
2. Les techniques de la classe	82
III - Etude des différentes étapes	85
A. Formulation du problème	87
1. Le climat de la classe	87
2. Les points de départ	87
3. Le passage à la formulation du problème	94
B. Recherche des éléments de réponse	99
1. Activités techniques	99
2. Observation	108
3. Activités opératoires	116
4. Expérimentation	129
5. Activités documentaires	137

C. Structuration et application de l'acquis	147
1. Bilan de l'exercice et établissement des traces	147
2. Intégration dans le cadre disciplinaire	151
3. Décloisonnement disciplinaire	156
IV - Sorties et activités hors les murs	163
A. Généralités	163
B. Sortie à dominante biologique	169
C. Sortie à dominante technologique	172
D. Classes de nature et de mer	178
V - Evaluation	183
VI - Les moyens	205
VII - Participants à la recherche	225

INTRODUCTION

Le projet « Activités d'éveil à orientation scientifique » a été lancé en mars 1970 à la suite de l'introduction du « tiers temps pédagogique », en vue de rechercher la contribution de l'initiation scientifique à la réalisation des finalités générales de l'école élémentaire. L'exploration précise de ce domaine dans une perspective d'éducation générale et non dans une optique de spécialiste permet de mettre en valeur des éléments importants du développement de l'enfant trop souvent négligés par l'école traditionnelle.

La recherche a été conduite dans plus de cent classes regroupées en 40 terrains, rattachés soit à une école normale, soit à une circonscription de l'Inspection départementale. Des hypothèses de recherche souples ont été proposées par une équipe nationale très réduite ; elles ont été inspirées en grande partie par les réalisations des mouvements d'éducation nouvelle ou des équipes pédagogiques françaises et par les expériences étrangères — 15 millions de \$ ont été dépensés en 12 ans aux Etats-Unis pour la rénovation de l'enseignement scientifique à l'école élémentaire —. Ces hypothèses ont orienté le travail des équipes locales. Le dialogue entre les maîtres responsables de la classe et les spécialistes jouant le rôle de conseillers scientifiques et d'observateurs extérieurs (analysant objectivement ce qui se passe) au cours de la préparation, de l'exécution et de l'analyse critique du thème a conduit à l'établissement de rapports. Ceux-ci ont servi de base aux échanges entre équipes. La confrontation des travaux des équipes locales a conduit à l'établissement de documents dont la publication marque la fin de la première étape de la recherche.

L'objectif de ces publications n'est pas d'imposer, sous le couvert de la « vérité scientifique », un nouveau programme et un nouveau didactisme méthodologique mais de fournir des **instruments de travail** validés aux maîtres et aux formateurs travaillant en équipe pédagogique (équipes de concertation, groupes de travail en formation permanente, mouvements d'éducation nouvelle). Les instructions officielles ont toujours reconnu la liberté des maîtres dans l'organisation de l'enseignement scientifique, jusqu'au CM 2 (ce fait est trop souvent ignoré) ; la rénovation pédagogique vise à étendre l'autonomie des maîtres à l'ensemble de la vie scolaire. Mais cette liberté et cette responsabilité seraient illusoire si les équipes pédagogiques n'avaient pas la possibilité de faire le bilan objectif de leur action, d'orienter les produits de la technologie de l'éducation dans un sens favorable à la rénovation pédagogique ; la recherche pédagogique peut leur fournir les instruments de formation, de communication et de contrôle (évaluation).

Les documents de cette première tranche de publications n'ont subi qu'une évaluation ponctuelle. En effet, la suite de la recherche sera largement commandée par la réaction des équipes de rénovation pédagogique. Avant d'évaluer le changement d'attitude de l'élève résultant de l'application de la méthode, d'établir les objectifs en fonction du niveau de développement

de l'enfant, et de rechercher un noyau d'objectifs susceptibles d'être réalisés à la fin du CM 2, il faut voir comment le projet est reçu par les maîtres et déterminer les réajustements nécessaires pour qu'il réponde aux besoins du développement.

Le caractère pragmatique de cette publication ne répond pas au besoin de rigueur de certains spécialistes (scientifiques, philosophes, psychologues). Une publication distincte de la collection « Education comparée » de l'I.N.R.D.P. est en préparation ; elle sera consacrée au bilan des expériences étrangères et à l'analyse critique des hypothèses de recherche retenues par le projet.

Le bilan de la recherche comprend d'une part ce numéro de Recherche Pédagogique consacré à la méthode, d'autre part une série d'unités pédagogiques se rapportant à l'exploration d'un domaine déterminé et qui paraîtront au cours de l'année 1974 dans l'ordre suivant :

- L'enfant et son environnement : initiation écologique.
- Initiation physique et technologique I.
- Diversité des formes vivantes et unité du monde vivant.
- L'enfant et son corps.
- Initiation physique et technologique II.

Les équipes de recherche adressent leurs plus vifs remerciements à Monsieur l'Inspecteur Général Dulau qui les a constamment encouragées, tout spécialement au cours des stages auxquels il a participé activement.

I. - OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

L'action pédagogique se définit à partir des besoins ou des possibilités de l'enfant et de la conception de l'éducation orientant l'action des adultes. Dans ces deux domaines, la recherche pédagogique appliquée n'a pas à imposer de points de vue, en particulier elle n'a pas à déterminer les finalités de l'école élémentaire. Mais ces dernières sont souvent implicites et il importe de les traduire en hypothèses de recherche opératoires.

A. FINALITES DE L'ECOLE ELEMENTAIRE

La permanence apparente de l'institution scolaire masque une évolution profonde des idées au sujet de sa finalité.

- L'école primaire a d'abord été le lieu des apprentissages spécialisés liés à la langue écrite, la société des adultes assumant directement l'essentiel de l'éducation : le pédagogue esclave de l'Antiquité, le « sous-maitre » d'Erckman-Chatrian étaient de simples exécutants.

- Pour Jules Ferry, elle devient l'école du citoyen : le « reste », c'est-à-dire ce qui est surajouté aux trois apprentissages fondamentaux (lire, écrire, compter), devient l'« essentiel » car il permet l'éducation politique du citoyen ; la pédagogie de l'observation est considérée comme le moyen de libérer les hommes de la tradition. L'école est strictement fermée aux influences extérieures. Parallèlement, l'institution scolaire assure une ségrégation précoce de l'élite.

- L'allongement de la scolarité obligatoire et l'évolution rapide de la société ont conduit à une remise en question de l'école primaire et à l'individualisation d'un cycle élémentaire, plus nettement centré sur le développement de l'enfant : les apprentissages peuvent être situés dans une perspective génétique et fonctionnelle, la sélection précoce n'apparaît plus indispensable ; les exigences de la société industrielle en mutation rapide rejoignent certains objectifs permanents de l'école nouvelle, en particulier l'accès de l'enfant à l'autonomie et à la responsabilité ; l'école s'ouvre largement au milieu et aux media.

En France, ces nouvelles finalités ont été définies par la Commission de Renovation Pédagogique (1969). Les conclusions de celle-ci rejoignent sur beaucoup de points celles de pédagogues contemporains appartenant à des pays différents : BRUNER (U.S.A.), ZANKOV (U.R.S.S.). Le véritable problème est d'exprimer ces orientations dans une pédagogie et de définir une stratégie réaliste du changement.

Les hypothèses de recherche indiquées ci-dessous sont fondées sur les conclusions de la Commission de Renovation de l'Ecole élémentaire et sur le consensus qui s'est progressivement dégagé au cours des stages nationaux.

1. EVEIL ET DEVELOPPEMENT GLOBAL DE L'ENFANT

Le souci de l'épanouissement de l'enfant, rendu possible par l'allongement de la scolarité, n'apparaît plus comme un obstacle aux apprentissages mais comme la condition d'une éducation efficace, permettant en particulier l'adaptation de l'individu à un milieu changeant. Le dresseur d'ours épie les comportements spontanés de l'animal pour les orienter progressivement vers ses fins ; la comparaison permet de comprendre la faiblesse du rendement de l'éducation traditionnelle qui impose des apprentissages en progression linéaire sans référence fonctionnelle. Le jeune enfant manifeste une prodigieuse capacité d'apprendre par lui-même, qui plafonne du fait de la maturation et qui est étouffée par les interventions sociales. L'école ne pourrait-elle pas entretenir cet élan, le rendre conscient au lieu de participer à son étouffement — quitte ensuite à essayer de le ranimer au cours de la formation permanente ? N'est-il pas possible de compenser certains handicaps socio-culturels par une certaine individualisation ?

1.1. Autonomie et prise de responsabilité des enfants

L'existence d'un savoir organisé, aboutissement de l'effort concerté de nombreuses générations, n'exclut nullement une prise de responsabilité croissante des enfants dans les décisions relatives à leur propre éducation. D'abord parce que l'imposition d'un consensus linéaire et uniforme est une erreur pédagogique car il existe des cheminements très différents pour réaliser un même objectif éducatif. Ensuite parce que les acquisitions ne constituent pas une fin en elles-mêmes : seule la construction personnelle du savoir permet de l'appliquer et de le juger.

1.2. Curiosité, aptitude à s'étonner et à poser des questions, sens du jeu

Ces qualités permettent à l'adulte de se cultiver par lui-même, de renouveler ses cadres de pensée.

au contact de l'expérience. Chez l'enfant, leur intérêt est encore plus grand : si le sens du jeu est étouffé, si les comportements sont exclusivement ordonnés à l'utilité immédiate, il ne comprendra pas le caractère gratuit de la pensée rationnelle et se contentera d'apprendre des recettes.

1.3. Aptitude à créer et à inventer

L'activité créatrice apparaît d'abord comme une composante importante de l'équilibre psychologique ; par ailleurs elle accompagne toujours la construction d'un savoir vivant. Mais elle présente de plus une fonction spécifique au niveau de l'institution scolaire en équilibrant le rôle de la classe d'âge des enfants par rapport au milieu adulte : si l'enfant n'est pas bloqué par un certain modèle de société scolaire, il manifeste souvent une créativité que le maître est amené à apprécier, admirer et valoriser ; la classe d'âge des jeunes admet volontiers la valeur de l'expérience des adultes si ceux-ci lui reconnaissent la capacité de créer et si l'éducation se présente de ce fait comme le dépassement d'un acquis par l'apport d'une nouvelle génération.

1.4. Aptitude à la communication

La possibilité de communiquer ne concerne pas seulement la maîtrise de la langue mais aussi les possibilités de maturation ; le dépassement de l'égoïsme et l'accès à la pensée objective sont étroitement conditionnés par la possibilité de communiquer sur deux plans différents ; coopération entre enfants, communication entre enfants et adultes. Comment motiver les apprentissages linguistiques si l'enfant est bloqué par la relation d'autorité en milieu familial ou scolaire : « tais-toi, tiens-toi tranquille », si le milieu l'a inhibé en le laissant en situation d'infériorité ?

1.5. Développement de la sensibilité et du sentiment esthétique

Dans ce domaine important nous ne développerons que les aspects qui concernent les hypothèses particulières à la recherche « activités scientifiques ». L'équilibre affectif de certains enfants est lié à

l'atmosphère de la classe et à l'attitude du maître ; l'organisation du cadre de vie, la présence d'animaux, la mise en valeur de l'apport personnel des enfants représentent des points de convergence entre les exigences de la formation scientifique et les besoins affectifs de l'élève.

La pensée logique se nourrit chez l'enfant de l'apport de la sensibilité et de l'imaginaire ; la joie devant le beau le détache de l'empirisme utilitaire ; la fabulation répond à une exigence du développement ; les dessins spontanés représentent un mélange complexe d'observations objectives et d'impressions subjectives. Les domaines respectifs de l'éducation esthétique et de la formation à la pensée logique ne se distinguent que progressivement au cours de l'école élémentaire. Il est au moins aussi dangereux de confiner toutes les activités qui permettent l'expression de l'imagination ou de la sensibilité dans une tranche précise de l'horaire que d'attribuer systématiquement une valeur esthétique à toutes les productions de l'enfant.

1.6. Développement physique de l'enfant

Cet objectif fondamental ne concerne la recherche que sur des points limités :

- Les activités scolaires à support verbal pendant lesquelles les enfants sont toujours assis, séparent trop nettement formation intellectuelle et engagement physique ; il ne suffit pas de prévoir un horaire d'activités physiques ; il est souhaitable de lier certaines d'entre elles à une véritable activité intellectuelle.
- La coordination neuro-musculaire concerne encore la formation intellectuelle au début de l'école primaire ; sur ce plan aussi la régression des activités techniques et plastiques est regrettable.

♦♦

En ce qui concerne l'éveil, l'école peut être la meilleure ou la pire des choses ; l'obsession des apprentissages précoces et imposés a parfois bloqué totalement certains enfants en situation d'échec ; inversement l'école rénovée est actuellement la seule institution qui donne à un grand nombre

d'enfants, en particulier à ceux des milieux défavorisés des possibilités réelles d'expression, de création et de communication.

Observation : Le développement physique et la formation esthétique ne se limitent pas à la fonction d'éveil puisqu'ils débouchent sur l'acquisition de compétences mais c'est principalement leur fonction d'éveil qui concerne la recherche « activités scientifiques ».

2. EDUCATION SOCIALE ET MORALE

Elle ne vise pas à conditionner l'enfant — il n'est d'ailleurs pas possible dans une société en mutation rapide de s'en tenir à la perspective durkheimienne et de définir l'éducation comme l'action concertée des adultes pour intégrer les jeunes dans les structures sociales données à l'avance — mais à l'aider à tisser le réseau de relations sans lequel le développement de la personnalité n'est pas possible et à construire des valeurs à partir d'une réflexion critique sur le vécu.

2.1. Ouverture aux autres

Le système de relations de la société traditionnelle tend à disparaître dans les conditions de vie urbaine caractérisée par l'instabilité des rapports et la solitude de l'homme dans les grands ensembles, les transports, le travail organisé de l'extérieur selon des règles imposées. L'homme est écrasé par la solitude s'il ne construit pas son réseau personnel de relations et s'il n'est pas capable d'entrer en contact avec autrui, de l'écouter, de coopérer avec lui. L'école peut assurer dans ce domaine une action éducative sur deux plans différents :

- elle favorise l'établissement de relations à l'intérieur de la classe d'âge, à la fois en créant une atmosphère propice aux relations interpersonnelles — en refusant par exemple une certaine forme de compétition individualiste — et en promouvant la coopération et l'entraide. Elle rend capable d'amitié et d'amour ;

- grâce à son ouverture sur le milieu extérieur, elle peut assurer la médiation avec le monde des adultes : elle est amenée à exploiter l'apport cultu-

rel des familles ou inversement à stimuler chez elles un effort d'éducation permanente à travers l'éveil des enfants ; ce problème est particulièrement important aujourd'hui parce que la vie urbaine sépare les classes d'âge et que les jeunes ont les moyens matériels de se retrouver dans un milieu fermé (littérature, chansons, mobylette, etc.).

2.2. Ouverture à la société et au milieu

Il faut d'abord découvrir comment sont déterminées nos possibilités et nos responsabilités, notre sécurité et notre avenir du fait de notre appartenance à un certain nombre de sociétés : ce problème relève de la recherche « activités d'éveil à orientation historique et sociale ». Les relations courtes interpersonnelles et les relations longues à travers les institutions définissent deux domaines différents. Il ne suffit pas de développer des activités coopératives dans les secteurs marginaux de la vie scolaire pour assurer une véritable formation civique : l'analyse critique des institutions et la participation aux décisions supposent une organisation scolaire où n'existe pas la rupture entre ceux qui organisent le travail et ceux qui l'exécutent : les premiers doivent être capables de trouver des niveaux de formulation et d'analyse accessibles à tous et les autres doivent disposer des outils intellectuels qui leur permettent de saisir les implications réelles d'une décision dépassant le cadre des intérêts immédiats et égoïstes — son caractère probabiliste dû à la complexité des variables. Cela suppose qu'ils ont accédé en partie à la pensée formelle : sans ce niveau intellectuel, le citoyen ne peut que déléguer globalement ses pouvoirs à une personne. L'école élémentaire ébauche seulement cette formation mais il est possible très tôt d'entrevoir certaines implications économiques ou écologiques d'une décision.

Une pédagogie verbale coupe l'enfant du milieu technique et du monde du travail : c'est d'autant plus grave que cette coupure existe parallèlement en dehors de l'école : la position assise devant le poste de télévision prolonge celle de l'école, et l'enfant ne participe plus que très rarement au travail des parents. Cette situation ne permet ni l'éveil des intérêts techniques ni le développement des capacités correspondantes : au lieu d'orienter l'enfant selon ses capacités, on pratique une sélection par l'échec en mathématiques ou en français.

La présence du milieu technique à l'école élémentaire réalise donc à la fois une fonction d'éveil et une fonction sociale.

2.3. Education morale

Dès la fin de l'école élémentaire, le maître se trouve dans une situation difficile. Les enfants sont souvent détachés des valeurs du milieu familial, déjà marqués par leur propre milieu qui a de plus en plus son échelle de valeurs fondée sur l'ambiance de la chanson, de la bande dessinée, de la presse du cœur, des media, entremêlant étroitement les prises de position généreuses et les stéréotypes publicitaires ; de plus les adultes demandent parfois à l'école d'imposer des valeurs qu'ils ne peuvent imposer eux-mêmes et qu'ils sont même incapables de vivre étant plus encore que les enfants aliénés par les stéréotypes des media. Il n'est plus possible de fonder un enseignement moral sur la prédication en dehors de quelques domaines précis : pollution, code de la route ou alcoolisme. *Seule une morale construite à partir de situations vécues permet une véritable formation.* La vie de classe conduit à une certaine éducation morale fermée sur les intérêts d'une petite société close. Le passage aux valeurs objectives et universelles suppose un dépassement : la culture scientifique apporte une direction et une ascèse mais non un véritable contenu.

3. ACQUISITION DE COMPETENCES INTELLECTUELLES, DE SAVOIR-FAIRE ET DE CONNAISSANCES

3.1. Ce domaine fait l'objet de controverses passionnées

• Faut-il maintenir la controverse entre la position traditionnelle « il n'y a pas de véritable formation sans un effort difficile qui débouche sur un vrai savoir » et au contraire « dans un monde en changement rapide il faut avant tout apprendre à apprendre ; les apprentissages ponctuels et utilitaires vite périmés sont du ressort de la formation professionnelle ou permanente ; d'ailleurs l'enfant

de l'école élémentaire est incapable d'acquérir ces connaissances et il faut avant tout assurer son éveil et lui fournir des méthodes de travail ? ».

• Y a-t-il une priorité dans l'accès aux disciplines ? Faut-il admettre l'hypothèse : « l'école élémentaire doit donner la priorité aux deux langages fondamentaux ; leur application à des domaines précis (historique, biologique, etc.) permettra de construire plus tard les disciplines spécifiques ; en attendant le regroupement de celles-ci sous la rubrique activités d'éveil définit leur rôle essentiel : créer les conditions préalables des apprentissages en français et mathématiques, servir de point de départ et de champ d'application à ces disciplines ? ».

• Faut-il imposer un programme linéaire d'objectifs ou peut-on arriver à un acquis explicite en partant du vécu à l'aide d'une pédagogie thématique ?

3.2. Le transfert abusif des données tirées de l'éducation des adultes masque l'aspect spécifique du problème chez le jeune enfant ; une même activité présente 2 faces inséparables : l'organisation des cadres de la pensée se poursuit parallèlement à l'acquisition de savoir-faire ou de connaissances. La psychologie génétique conduit à adopter les hypothèses de recherche suivantes :

• Le dépassement de l'égoïsme infantile constitue un facteur important de développement. L'accès à l'objectivité est étroitement lié aux activités de communication et surtout à l'exploitation des activités de communication entre enfants.

• Les capacités et les compétences résultent de l'application des attitudes fondamentales de l'enfant (WALLON) à des situations favorables (attitude d'analyse qui conduit à la pensée catégorielle et au repérage spatio-temporel par exemple). Au départ la situation d'autonomie est indispensable pour provoquer une activité fonctionnelle ; le rôle du maître est d'orienter celle-ci vers un acquis objectif.

• Les pratiques opératoires (PIAGET), c'est-à-dire les manipulations intériorisées et traduites par les différents langages et codes sont fondamentales à la fois pour le développement de la pensée rationnelle et l'accès aux concepts. Sans le premier temps, l'acquis est purement verbal et stérile ; sans le deuxième temps, l'action de l'enfant se dégrade en agitation.

- Toute activité fonctionnelle débouche sur une compétence déterminée par sa logique propre ; le maître intervient toujours pour que cette règle du jeu soit appliquée, pour qu'une activité choisie ou acceptée par les enfants conduise à un acquis ; il peut aussi intervenir par le choix du point de départ en orientant l'activité fonctionnelle de l'enfant vers un objectif déterminé à l'avance (par exemple jeu mathématique).

Le savoir de l'enfant est toujours un savoir construit par lui-même. Les savoir-faire résultent d'un apprentissage actif. Mais le maître doit toujours connaître les objectifs à atteindre et il peut orienter les activités de l'enfant de façon plus ou moins directive.

Les deux cas extrêmes sont les suivants : ou bien il part de la liste linéaire d'objectifs, définis par les disciplines telles qu'elles apparaissent à l'adulte, pour imposer des points de départ spécifiques qui conduiront nécessairement aux apprentissages prévus (jeux mathématiques...) ou bien il partira du vécu des enfants et veillera avant tout à ce que leur dynamisme débouche sur un produit de valeur objective : des méthodes de travail et un savoir largement personnalisé, non organisé en disciplines. Le choix dépend des hypothèses adoptées au sujet de la structuration disciplinaire à ce niveau.

3.3. STRUCTURATION DES DISCIPLINES

A L'ECOLE ELEMENTAIRE

Les disciplines sont très souvent définies par leur domaine matériel, un champ de connaissances organisé de façon statique et immuable. Cette définition ne satisfait ni le scientifique, ni le psychologue. Pour le premier, les disciplines se définissent d'abord par les méthodes qui permettent de connaître — c'est le sens initial du mot —, elles naissent par convergence de méthodes, de techniques tirées de disciplines antérieures (il suffit de penser à la biologie moléculaire), ce qui permet de construire un petit nombre de concepts de base ; elles se développent jusqu'à saturation par l'application répétitive des mêmes démarches et c'est ce dernier stade peu fécond que l'enseignement dogmatique valorise. Pour les psychologues, les disciplines se

structurent progressivement en fonction des cadres généraux de la pensée.

Les instructions officielles distinguent dès le début de l'école élémentaire le français et les mathématiques (disciplines instrumentales) et regroupent les autres matières sous la rubrique activités d'éveil ; deux interprétations extrêmes sont rejetées par les hypothèses de recherche :

- le regroupement des disciplines en activités d'éveil n'est qu'une manière pratique de réaliser le tiers temps pédagogique, de réaliser un horaire qui respecte les rythmes de l'enfant, les disciplines conservant leur spécificité... En fait les domaines spécifiques des sciences, de l'histoire, de l'art n'apparaissent que progressivement dans l'esprit de l'enfant ;

- le français et les mathématiques constituent les deux langages fondamentaux dont l'application à des domaines précis (historique, biologique) permettra de construire plus tard, après l'école élémentaire, les autres disciplines ; les autres activités n'assument qu'une fonction globale d'éveil au profit des deux disciplines instrumentales. Ce point de vue est faux car toute activité fonctionnelle comporte nécessairement une composante liée à l'objet d'étude — scientifique, historique, etc. — comme nous le montrerons en activité d'éveil scientifique ; il est nécessaire de respecter cette composante et de la faire déboucher sur des compétences spécifiques si on veut motiver réellement l'effort de précision demandé en français et en mathématiques.

Le vrai problème est de savoir dans quelle mesure cet acquis doit être défini à l'avance en fonction de la structure d'une discipline et d'un programme imposé.

Pour les disciplines d'éveil nous proposons les hypothèses de recherche suivantes :

- La priorité n'est pas donnée au programme mais à la démarche, en particulier à la possibilité de partir de la situation ou de l'événement sans que la pédagogie thématique soit obligatoire ; les exercices aboutissent à un acquis ponctuel, en partie individualisé.

- Le tableau des objectifs permet d'orienter l'action du maître sans qu'il ait à suivre un programme linéaire, ce tableau distingue des objectifs souhaités

tables pour tous qui font l'objet d'un planning annuel et qui sont cochés sur une grille au fur et à mesure de leur réalisation (exemple en II F 3) et des objectifs possibles, c'est-à-dire qui dépendent de l'exercice choisi et de son orientation. Une fois que l'enfant a décidé de faire quelque chose — nous souhaitons que cette décision soit prise avec le maximum de liberté — il importe qu'il applique correctement toutes les méthodes, techniques... qui permettent de déboucher sur un résultat objectif.

- A partir de la troisième année scolaire la structuration décrite en III C 2 permet de faire apparaître peu à peu l'organisation disciplinaire ; signalons dès maintenant qu'il s'agit d'un *exercice actif de l'enfant* et non d'une imposition de l'adulte.

3.4. Par ailleurs la recherche des points de convergence présente l'intérêt de mettre l'accent sur certaines compétences que le cloisonnement disciplinaire tend à faire éclater ou que l'impérialisme des deux disciplines instrumentales tend à réduire à des recettes non opératoires :

- l'acquisition de méthodes de travail : savoir prendre des notes, conduire une enquête, classer des documents, concevoir et réaliser un projet, participer à un travail d'équipe ;

- l'aptitude à comprendre et à analyser de façon critique les messages audio-visuels et à intégrer le flux d'information véhiculé par les media ; sans un effort d'éducation et de formation, l'école parallèle risque de n'apporter qu'un kaléidoscope d'images, de slogans publicitaires et de stéréotypes ;

- la structuration des cadres spatiaux et temporels ; l'espace et le temps ne constituent pas des catégories kantienues relevant des seules mathématiques ; inversement en abordant d'emblée l'espace géographique, le temps historique, l'espace et le temps du physicien, on oublie de faire apparaître les liens qui ont permis à l'esprit humain de construire peu à peu l'espace et le temps, objectifs qui s'appuient sur une synthèse formalisant les données relevant des expériences les plus diverses. Beaucoup d'exercices à orientation physique ou biologique s'appuient au départ sur une conception du temps mais ensuite la notion découverte (repérage de l'ombre du bâton par exemple) conduit à remodeler la notion préalable.

4. L'ECOLE ET LE HANDICAP SOCIO-CULTUREL

L'école consolide-t-elle nécessairement le handicap socio-culturel ou peut-elle avoir une action compensatrice ? Nous pensons que la réponse à cette question suppose au préalable une action efficace dans les domaines où la pédagogie renouvelée peut avoir une prise. Les points suivants concernent les activités d'éveil scientifiques :

4.1. Maîtrise de la langue

En coupant l'enfant de l'action, l'école bloque chez certains le besoin de communiquer ; le travail verbal en position assise suppose la maîtrise préalable de la langue maternelle. Au contraire de nombreux exemples cités dans ce travail font apparaître la relation capitale pour certains enfants entre le tâtonnement expérimental, le besoin d'échanges verbaux et le désir d'acquérir certaines compétences linguistiques (vocabulaire, structure et syntaxe).

4.2. Eveil de la curiosité, de la créativité, du désir d'apprendre

Il est bloqué chez certains enfants par l'abus de la relation d'autorité (statistiquement plus fréquent dans les milieux défavorisés) et l'esprit utilitaire des familles qui détruit le sens du jeu.

4.3. Prise en compte de l'acquis culturel des familles

Une pédagogie verbale supposant d'emblée un niveau de langue élevé désoriente les enfants des familles où l'on ne s'exprime guère (1), où l'on se méfie même de la parole. Au contraire une *pédagogie ouverte sur le milieu et le travail valorise l'expérience, les savoir-faire non linguistiques*. De plus en permettant aux adultes de s'exprimer,

(1) Ces problèmes sont analysés en ce qui concerne la scolarité pré-élémentaire par Laurence Lentin : « Comment apprendre à parler à l'enfant de moins de 6 ans », E.S.F.

en leur ouvrant l'école, on développe chez eux le goût de la formation permanente. A partir de ce moment le statut des enfants est totalement modifié.

4.4. Passage à une pédagogie individualisée

Il règne dès le C.P. dans certaines classes une véritable panique de la sélection par l'échec : toute la classe est alignée sur des objectifs qui ne

peuvent convenir à tous et qui supposent un certain niveau linguistique.

Une hypothèse fondamentale de recherche consiste à favoriser l'individualisation de l'enseignement et la pédagogie de soutien.

Rappelons d'autres hypothèses de recherche relatives à l'atmosphère de la classe et qui interviennent aussi dans la lutte contre le handicap socio-culturel : la subordination de l'esprit de compétition à l'esprit de coopération dans l'échelle des valeurs ; la recherche de l'équilibre affectif des enfants par le changement d'attitude du maître et l'aménagement du cadre de vie.

B. OBJECTIFS DES ACTIVITES D'EVEIL SCIENTIFIQUES

L'initiation scientifique peut être plus ou moins précoce, elle peut occuper une place plus ou moins grande dans l'emploi du temps, elle peut prendre des orientations différentes suivant l'objectif recherché ; l'enfant peut aller beaucoup plus loin que l'adulte ne l'imagine souvent lorsqu'on respecte et oriente son dynamisme spontané.

La recherche en cours est inspirée par les principes suivants :

- il ne s'agit pas de donner à tous les enfants, à un âge aussi précoce que possible, la formation scientifique maxima (ce point de vue a prévalu en d'autres lieux et en d'autres temps) ;
- il ne s'agit pas non plus de réduire les activités scientifiques à quelques jeux servant de prétexte ou de support aux seuls enseignements jugés importants : ceux du français et du calcul ;
- il s'agit au contraire de déterminer dans quelle mesure une initiation scientifique reconnue comme authentique par les savants eux-mêmes contribue efficacement à réaliser les *finalités générales* de l'école élémentaire. La réflexion sur les *objectifs spécifiques* de la formation scientifique, loin de nuire à la réalisation des finalités générales, peut souvent orienter l'action du maître avec plus de *précision* ou d'*efficacité* et permet parfois de découvrir des possibilités insoupçonnées...

L'idée que les adultes se font de la science constituant un obstacle plus important à la formation scientifique que les représentations spontanées des enfants (liées aux stades de développement), il est important de préciser au préalable la conception de la science qui a inspiré les hypothèses de recherche.

1. CARACTERES GENERAUX DE LA PENSEE SCIENTIFIQUE

1.1. Définition

L'activité scientifique consiste à repérer dans le flux irréversible des phénomènes des relations générales et répétables qui nous permettent d'orga-

niser les données de l'expérience, de prévoir les événements et d'agir sur eux. La pensée scientifique implique la maîtrise de méthodes et de concepts mais elle n'est opératoire que si elle répond au départ à une certaine attitude.

L'attitude scientifique s'exprime par une curiosité toujours éveillée au contact des faits, par le souci de recourir à l'observation et à l'expérience pour trouver la réponse au problème posé au lieu de se contenter d'une opinion fondée sur une information superficielle, par la volonté et la capacité de remettre en question un système de représentations au cours de l'expérience ou des discussions, par le recours à l'imagination pour trouver de nouvelles hypothèses. Cette aptitude à la remise en question présente un caractère ludique ; elle est étouffée, soit par l'impossibilité de se détacher des intérêts utilitaires et immédiats, soit par la sécurité fournie par un corps de connaissances que l'on ne confronte plus avec l'expérience : combien d'adultes s'étonnent-ils de ne pas voir « tomber » le gaz carbonique de l'atmosphère à la surface de la terre alors qu'ils affirment que la stagnation de ce même gaz au ras du sol dans la « Grotte du Chien » est due à sa densité ?

La présentation traditionnelle de la méthode scientifique insiste avant tout sur l'observation et l'expérimentation. Ces activités sont analysées en III B, mais il importe d'anticiper certaines conclusions. L'observation n'est pas un simple exercice sensoriel débouchant sur une acquisition de vocabulaire mais une activité investigatrice orientée et focalisée par les cadres logiques et les connaissances du sujet, étroitement liée à des activités opératoires (classements, sériations...) qui permettent de construire les catégories de la pensée scientifique (propriété, substances, fonctions). L'expérimentation ne se ramène pas au schéma unique de la démarche hypothético-déductive décrite dans les manuels ; elle désigne l'ensemble des interventions qui permettent de cerner qualitativement et quantitativement les facteurs liés par une transformation ; elle présente des paliers très nombreux dont le premier est un tâtonnement orienté. Non seulement la pédagogie traditionnelle travestit ces activités mais elle les situe mal. En imposant un exercice d'observation ou une expérimentation à l'enfant, on court-circuite le stade le plus important de la démarche

scientifique, la formulation du problème. Il ne suffit pas de s'étonner, de questionner au hasard pour poser un problème scientifique ; il faut mettre en cause l'expérience première, les représentations spontanées, les explications anthropomorphiques, magiques ou purement verbales, pour déboucher sur une formulation qui donne prise à une démarche opératoire ; on ne comprend pas une combustion en polarisant son attention sur la flamme ou l'explosion ; « la nature a horreur du vide » ne permet aucune prévision quantitative. L'évolution des techniques et l'action des media suppriment certains obstacles majeurs révélés par les philosophes et historiens des sciences (BACHELARD) mais créent d'autres difficultés et ne suppriment pas certains archétypes de l'esprit humain, par exemple la tendance à chercher des correspondances symboliques entre un événement et la position des astres. D'autre part, la pédagogie traditionnelle sépare activités expérimentales et recherche documentaire et donne l'illusion qu'un esprit infiniment ignorant et infiniment intelligent peut tout retrouver par un coup de baguette magique ou au contraire que tout est déjà dit dans les livres alors que la recherche scientifique conduit à réorganiser des informations véhiculées par les documents en fonction des résultats de l'expérience. Enfin la démarche scientifique ne se limite pas à une analyse ; elle comporte des activités de *synthèse*, de *structuration* (cf. III B) qui transforment la somme de résultats ponctuels en un *réseau cohérent de relations*.

Enfin les sciences apparaissent souvent comme un corps de connaissances assimilées à des faits bruts et qui subit une croissance exponentielle. En fait, les connaissances scientifiques expriment des relations entre catégories ; elles sont nécessairement *abstraites* ; les faits bruts constituent seulement des exemples permettant d'illustrer la relation ; le vocabulaire spécifique sert à la communication mais ne crée pas le concept. Un même concept peut être formulé à des niveaux différents suivant le cadre mathématique utilisé et le degré de généralité recherché ; *tous les niveaux de formulation sont utiles* : lorsqu'on étudie les insectes aquatiques au C.E. ou au C.M., il n'y a pas lieu d'exiger la définition de la respiration énoncée à la suite des derniers progrès de la biologie moléculaire. Au lieu de vouloir enseigner d'emblée une formulation soi-disant rigoureuse, il faut apprendre avant tout à *passer d'un niveau de formulation à un autre*. Enfin les concepts scientifiques sont ouverts, c'est-

à-dire susceptibles d'être remaniés au contact de l'expérience. Même les concepts en apparence simples comme celui d'espèce ont subi une évolution considérable au cours des dernières décades.

On a cherché à séparer artificiellement la chasse et la prise, la méthode et les concepts. L'enseignement dogmatique se réduit à un discours sur les sciences ; il ne peut être efficace même pour les adultes qui maîtrisent déjà le modèle de la pensée scientifique car ils ont de la peine à appliquer le savoir et surtout à le mettre en question ; chez l'enfant une *propédeutique scientifique de type dogmatique étouffe toute curiosité et toute aptitude à construire un savoir authentique*. Inversement, les projets centrés sur la seule acquisition des méthodes tournent rapidement à vide : il n'existe pas de méthode passe-partout efficace par elle-même comme la « potion magique » ; non seulement le domaine du savoir détermine la méthode, mais la régulation de cette dernière est commandée par son efficacité, par sa possibilité de déboucher sur une prise.

Les sciences tendent à se spécifier en disciplines non seulement en fonction du domaine matériel des concepts, mais aussi à cause de l'ajustement nécessaire des méthodes lorsqu'on passe du monde physique qui est celui du déterminisme pur au milieu biologique où ce déterminisme s'exerce sur un système non construit par l'homme, et au domaine social où la volonté humaine intervient de façon explicite. Mais le cloisonnement disciplinaire imposé a priori tend à masquer l'unité de l'attitude et la convergence des méthodes, le va-et-vient incessant entre l'expérience concrète et la pensée symbolique. Or ce sont ces points de convergence qui concernent en premier lieu l'enfant et qui lui permettent de découvrir que nous faisons constamment des sciences sans le savoir comme M. JOURDAIN faisait de la prose. Il faut en prendre conscience pour arriver à la fois à maîtriser l'environnement et à organiser la pensée.

1.2. Objectivité scientifique et création

Quelles sont les parts respectives du sujet (cadres de la pensée) ou des objets (la réalité du monde extérieur) dans la genèse des concepts scientifiques ?

Faut-il définir la recherche scientifique comme la découverte d'un réel préétabli ou comme une construction de concepts grâce à l'application de structures mathématiques ? Dans le premier cas, le rôle du savant consiste à écarter un rideau (en particulier, grâce à ses techniques). Dans le second cas, il *invente*, c'est-à-dire qu'il réalise une véritable création.

Par réaction contre les instructions antérieures : « c'est l'objet qui détient la vérité », il faut d'abord signaler le consensus général des savants sur le caractère original de la création scientifique : les concepts expriment des relations découvertes à partir de pratiques opératoires (au sens de Piaget) et qui s'appuient sur les cadres généraux de la pensée. Mais inversement « les objets résistent ». Non seulement, ils nous imposent un choix parmi les possibles — ce qui est l'aspect essentiel de la causalité — mais ils nous conduisent même à réorganiser les cadres de la pensée : l'espace, le temps et même les cadres logiques chez l'enfant...

D'après ce qui précède, l'objectivité de la science est commandée à la fois par la réalité du monde extérieur et l'universalité des cadres logiques de l'esprit humain ; la science pourrait donc être une production individuelle. En fait elle est une *activité sociale et la communication est la condition indispensable de l'accès à la pensée scientifique*. Au niveau de l'enfant, la communication par la langue parlée est un outil essentiel pour la remise en question des représentations spontanées, le jaillissement des hypothèses, l'organisation de la pensée ; la langue écrite intervient pour favoriser l'accès au niveau des adultes et les sociétés scientifiques — à défaut des institutions universitaires — constituent un milieu sans lequel la science ne peut naître : la découverte se situe nécessairement par rapport au connu et surtout elle ne sera validée que si les résultats des travaux peuvent être reproduits dans des conditions variées, à des moments différents, en des points éloignés : la langue écrite constitue le support nécessaire de la science.

Enfin l'objectivité scientifique est aussi commandée par l'universalité des techniques et des instruments dont la complexité croissante commande des apprentissages précis et rigoureux.

1.3. Faut-il considérer la science comme une activité de la pensée ou comme une forme de l'action ?

D'après ce qui précède, la pensée scientifique exige un détachement des intérêts subjectifs et immédiats, un recul par rapport à l'action qui vise à les satisfaire. Il y a peut-être moins d'activité scientifique dans la construction d'un poste de télévision selon une notice suivie sans aucun effort que dans la taille pourtant rituelle d'un silex... Trop souvent la « recette » a pris la place de la démarche expérimentale dans les exercices dits scientifiques, y compris dans certains travaux pratiques... Mais inversement, la pensée scientifique ne se limite pas à une activité verbale ou sensorielle ; elle procède d'une action et débouche à nouveau sur l'action ; même en physique théorique la réalisation de la « manip » constitue un moment clef de la recherche...

Faut-il considérer le laboratoire comme un lieu où se déroule nécessairement l'action du chercheur ? Les études dans le milieu ne constituent-elles qu'une propédeutique à la véritable formation scientifique ? L'expérimentation exige une limitation du nombre des paramètres et une maîtrise parfaite de ces derniers... Ceci n'est pas réalisable dans le milieu naturel. D'autre part, les techniques jouent un rôle considérable en sciences. Le renouvellement des techniques (culture de tissus, par exemple...) a souvent conduit à un jaillissement de découvertes... La spécialisation des savants provient souvent davantage des techniques employées que du domaine exploré... Or, les techniques expérimentales les plus délicates ne peuvent être réalisées qu'au laboratoire...

Mais le milieu reste le point d'appui nécessaire pour le départ de nouvelles sciences... Il suffit de penser aux origines de l'écologie et de l'éthologie par exemple (cf. importance de la découverte de la hiérarchie du poulailler dans les premiers travaux d'éthologie...).

D'autre part, l'effort de découpage du réel pour aboutir à des situations de laboratoire laisse échapper des variables et crée même des artefacts que le recours au milieu permet de découvrir (ex. : comportement des animaux en cage, etc.). L'articulation entre les études dans le milieu naturel ou technique et l'expérimentation au laboratoire est

indispensable pour former de véritables scientifiques.

1.4. Impact humain et social de la science

Malgré l'importance des sciences et des techniques dans la société industrielle, malgré le développement de la recherche et de l'instruction scientifiques, l'homme d'aujourd'hui saisit mal le caractère propre de la pensée scientifique et son impact social. Il oscille entre une mythologie scientiste et une méfiance viscérale envers la science ; les stéréotypes lui sont maintenant imposés au nom de la vérité scientifique. A ce sujet, il n'est pas inutile d'évoquer certaines publicités au vocabulaire pseudo-scientifique et aux raisonnements aberrants :

- gloutonnerie des enzymes ;
- mort, voire assassinat des vitamines ;
- explications abracadabrantes du rôle des lessives...

Une situation caractérisée par un tel fossé entre le développement de la science et son appréhension par la plupart des hommes menace à la fois l'autonomie des personnes et les chances de survie de la société.

1.4.1. Science et pensée rationnelle

La maîtrise de la logique ne suffit pas à assurer la rationalité des conduites : des pratiques magiques peuvent avoir une logique parfaite. La pensée rationnelle suppose aussi la maîtrise de la pensée causale, pour que l'homme puisse s'orienter, prévoir et agir même dans un monde en changement, même à l'occasion d'un cataclysme... On n'éprouve pas le besoin de consulter un devin lorsque tout se passe bien, que les trains arrivent à l'heure et qu'on n'a pas d'ulcère à l'estomac...

L'apprentissage tardif et dogmatique des sciences sous forme de disciplines spécifiques produit des spécialistes efficaces dans leur domaine... Mais que devient leur pensée scientifique lorsqu'ils sortent de leur spécialité ?

C'est en s'entraînant à résoudre en situation d'autonomie des problèmes variés que l'esprit humain apprend peu à peu à appliquer sa pensée au vécu et à reconstruire ses cadres conceptuels pour maîtriser l'expérience.

1.4.2. Science et technique

Non seulement l'activité scientifique s'appuie sur des techniques et se renouvelle au contact de l'action mais la technologie reprend souvent les méthodes, les démarches et les instruments de la recherche scientifique : méthodes d'enregistrement et de mesure, codage et transmission automatique des informations, transfert de l'activité sur des tâches de conception, mise au point des régulations... La formation scientifique constitue une propédeutique importante de la formation professionnelle qui ne peut plus se réduire à des apprentissages spécifiques...

1.4.3. Science et politique

La participation aux décisions suppose l'accès à la pensée formelle longtemps réservée à une élite : savoir raisonner sur des possibles, combiner des variables, tenir compte des incertitudes. Les sciences étroitement articulées avec les mathématiques fournissent un champ d'application important à la pensée formelle et permettent d'en saisir la signification fonctionnelle ; cet aspect concerne principalement la fin de la scolarité obligatoire. Mais dans le domaine des sciences expérimentales, le passage de la pensée concrète à la pensée formelle se fait de façon très progressive au cours de la construction des catégories scientifiques longuement décrite en III B. Dès l'école élémentaire une initiation scientifique bien conduite habitue l'esprit à dépasser les données immédiates et le prépare à raisonner sur des concepts.

2. CORRESPONDANCE ENTRE LES OBJECTIFS SPECIFIQUES DE L'INITIATION SCIENTIFIQUE ET LES FINALITES GENERALES DE L'ECOLE ELEMENTAIRE

D'après l'analyse précédente, l'initiation scientifique n'est pas une imposition de connaissances, de méthodes et de techniques, mais un effort actif d'acquisition de compétences et de construction du savoir en fonction d'un problème que l'élève a

formulé lui-même. Cette démarche présente par ailleurs l'avantage d'amener l'enfant à remettre en question ses représentations spontanées, de surmonter les obstacles à la connaissance, même si le maître les ignore au départ. On ne donne pas à l'enfant l'illusion qu'il découvre tout par un coup de baguette magique car son effort personnel est toujours situé par rapport à l'acquis social. Dans ces conditions, la démarche scientifique, conduite suivant sa logique propre, réalise une éducation qui répond à de nombreuses finalités de l'école élémentaire.

2.1. Education générale de l'enfant

L'activité scientifique est une création personnelle débouchant sur un acquis objectif et universel ; elle stimule le développement de la personnalité et contribue à l'intégration sociale...

2.1.1. Eveil : Le point de départ de l'activité scientifique est lié au questionnement et à des activités libres très proches du jeu : la curiosité est orientée principalement vers le milieu naturel et technique ; elle s'appuie sur la sensibilité et l'imagination et se traduit par la réaction d'étonnement (1). Il importe que cette attitude se manifeste en dehors du milieu scolaire, pendant les loisirs et les vacances par exemple. Des indicateurs objectifs permettent d'analyser ces comportements... (cf. V).

La pensée créatrice intervient aux différents stades de la démarche scientifique : jaillissement des questions, observation divergente, formulation d'hypothèses variées, invention d'un montage original avec le matériel existant, découverte d'un procédé de codage adéquat.

Un indice très sûr de la réussite de l'initiation scientifique est constitué par le *désir croissant d'autonomie et la prise de responsabilité dans le choix du thème et l'organisation du travail*. En sciences, cette évolution est non seulement possible (absence de programme linéaire) mais elle répond à une exigence interne de la discipline.

(1) Louis LEGRAND, « Pour une pédagogie de l'étonnement », Delachaux et Niestlé éditeurs.

2.1.2. Socialisation : La démarche scientifique implique nécessairement une communication et une activité coopérative entre les enfants. L'élève ne peut pas dépasser ses représentations subjectives sans la contradiction apportée par la diversité des points de vue. La conception de la démarche expérimentale n'est pas réalisée d'emblée par l'enfant isolé mais résulte d'une discussion. Grâce au rôle médiateur du maître, les enfants apprennent peu à peu à *s'écouter les uns les autres et à respecter l'opinion d'autrui*.

D'autre part, le problème scientifique naît très souvent de l'étude du milieu, les enfants sont amenés à comprendre le travail humain, à faire appel aux compétences techniques des adultes. Plusieurs exemples cités montrent l'effet d'entraînement des activités scientifiques sur les intérêts culturels des parents...

2.2. Développement de la pensée rationnelle

La juxtaposition des disciplines ne suffit pas à assurer le développement de la pensée rationnelle. D'une part, certaines conditions générales sont indispensables à la maturation de l'intelligence, d'autre part les compétences disciplinaires se dégradent en apprentissages routiniers si elles ne sont pas intégrées dans une perspective fonctionnelle.

2.2.1. Les activités scientifiques créent un climat favorable à la maturation de la pensée rationnelle.

a) Le dépassement de l'*égocentrisme* enfantin, l'accès à l'objectivité constituent une condition préalable à toute véritable éducation intellectuelle. Les activités scientifiques et techniques imposent un effort permanent d'objectivité : décrire les faits sous une forme acceptée par tous, découvrir la logique d'un instrument en vue de son utilisation correcte, etc.

b) Les pratiques opératoires jouent un rôle fondamental trop souvent méconnu dans la démarche scientifique (cf. III B 3) ; les manipulations et les observations ne sont exploitables qu'après avoir été intériorisées, transformées en catégories par les opérations de classement, sériation, etc., avant d'être codées,

par le langage ou les autres formes de la pensée symbolique.

A l'école élémentaire, le codage et le décodage des données de l'expérience sont le complément indispensable des activités de langue pour le développement de la pensée rationnelle. Les activités scientifiques constituent peut-être le point d'application le plus fonctionnel des attitudes qui commandent le développement de l'enfant.

2.2.2. L'articulation des deux disciplines instrumentales avec les activités scientifiques met en relief leur rôle fonctionnel dans le développement de la pensée. La logique même de la démarche scientifique implique de nombreuses activités de langue (débat, exposé, enquête, compte rendu d'expérience, exploitation de documents, etc.) ; d'autre part, l'exploitation des observations, l'interprétation de l'expérimentation... impliquent nécessairement le recours aux cadres logico-mathématiques.

Ces points sont longuement développés en III B et C. La diversité des situations, la nécessité de réajuster sans cesse l'application des langages fondamentaux au problème évitent la dégradation en routine des activités de français et de calcul pour en faire les instruments d'une pensée efficace.

2.2.3. D'autre part, la formation scientifique telle qu'elle est accessible à l'enfant à l'école élémentaire apporte des éléments spécifiques au développement de l'intelligence.

a) Comme il a déjà été dit, la logique ne suffit pas à déterminer une conduite rationnelle ; la culture reste une culture « de balcon » si elle ne nous permet pas d'avoir prise sur les événements, ce qui implique la maîtrise de la pensée causale.

b) L'aptitude à conduire une observation précise et à démêler des variables par l'expérimentation fait partie de la culture générale même dans les civilisations de tradition orale... Pour certains, l'école primaire n'a pas à organiser d'exercices scientifiques ; toutes les activités scolaires contribuent au développement de ces capacités. En fait, seule la prise de conscience du caractère scientifique de l'observation et de l'expérimentation permet de les

dégager de leur gangue utilitaire pour en faire des instruments de la pensée rationnelle... De plus, on a souvent constaté — en particulier au cours préparatoire — que cette éducation scientifique est sacrifiée au profit des apprentissages verbaux si le maître ne leur consacre pas des moments précis dans l'emploi du temps.

c) La formation scientifique fournit une grande partie des cadres intégrateurs qui permettent d'exploiter les informations véhiculées par les media.

Depuis 1960 environ, les enfants se trouvent placés progressivement dans une situation totalement nouvelle : une écoute plus ou moins passive, apportant une multitude d'informations plus ou moins fragmentaires, se substitue à l'exploration directe et active du milieu perçu globalement. Nous ne voulons pas nier les aspects positifs de cet apport, particulièrement sensible chez les adolescents de milieu rural. Par contre nous déplorons la légèreté de certains discours sur l'école parallèle qui énumèrent quantitativement les informations apportées par le « flux » des media sans décrire l'aliénation par les stéréotypes et la désagrégation mentale qui résultent de l'absence de cadres intégrateurs. Ces derniers doivent être construits par l'enfant lui-même au cours d'un effort actif qui confronte le message à son vécu personnel. Les activités de structuration décrites en III C 2 répondent à la fois aux exigences de la pensée scientifique et à la nécessité de maîtriser les media.

2.3. Liaison entre la pensée et l'action

L'école traditionnelle sépare pensée et action : les activités intellectuelles se font en position assise et la responsabilité des enfants s'exerce dans des domaines marginaux. Les exercices scientifiques pratiqués selon la méthode de découverte lient constamment pensée et action : les enfants se déplacent, agissent ; leurs mouvements résultent d'une décision libre et réfléchie. De plus, ils prennent très tôt des responsabilités vis-à-vis de leur milieu (écologie).

D'autre part, les activités techniques sont étroitement liées aux activités scientifiques (cf. III B 1) ; l'enfant acquiert une maîtrise croissante des pratiques instrumentales sans être bloqué par des

apprentissages routiniers. Certaines qualités (invention, précision du tracé et soin de l'exécution) sont constamment valorisées ; les intérêts pour les activités techniques sont stimulés.

Parallèlement à la connaissance de la technique, la réflexion scientifique fournit à l'enfant certains éléments d'information qui lui permettent de la juger et de la dominer.

C. TABLEAU ANALYTIQUE DES OBJECTIFS

Le tableau des objectifs permet d'orienter l'action du maître au cours de l'exercice ou de la préparation ; il sert à l'établissement des bilans soit en cas de changement de maître, soit à l'issue de l'école élémentaire. On peut distinguer une liste large d'objectifs possibles qui oriente les interventions ponctuelles et individuelles du maître au cours d'un exercice donné et une liste étroite d'objectifs dont l'acquisition est jugée souhaitable pour tous et qui est utilisée pour l'établissement des bilans, la construction d'un planning annuel ou l'établissement d'un contrat de travail avec les élèves.

Le tableau des objectifs étalonnés par stades de développement et hiérarchisés suivant leur importance constitue l'un des produits terminaux de recherche. Le tableau ci-dessous n'est qu'un document de travail provisoire non étalonné ; il vise avant tout à provoquer des échanges. Il fait apparaître l'importance des objectifs non scientifiques — y compris les objectifs non cognitifs — dans les activités scientifiques ; il est rappelé qu'ils ne sont pas surajoutés, mais qu'ils résultent de la logique propre de l'activité si elle est bien conduite.

G. OBJECTIFS D'EDUCATION GENERALE (SEULS SONT MENTIONNES LES OBJECTIFS REALISABLES AU COURS D'UN EXERCICE SCIENTIFIQUE)

G.1. Eveil de la personnalité

G.1.1. Curiosité

G.1.1.1. Désir de poser des questions et capacité à poser des questions pertinentes.

G.1.1.2. Aptitude à s'étonner en dehors du cadre scolaire et à traduire cet étonnement en classe.

G.1.1.3. Désir de manipuler les objets.

G.1.1.4. Plaisir à constater la diversité des formes vivantes.

G.1.1.5. Plaisir de collectionner.

G.1.2. Pensée critique

G.1.2.1. Manifester l'exigence d'obtenir la justification d'une affirmation ou la confirmation d'un témoignage.

G.1.3. Créativité

G.1.3.1. Savoir inventer un dispositif qui répond à une fonction donnée, en particulier savoir réaliser des montages originaux avec une boîte de construction (les autres aspects de la créativité sont intégrés en M).

G.1.4. Autonomie et prise de responsabilité

G.1.4.1. Désir de trouver la réponse à une question par un effort personnel.

G.1.4.2. Capacité à proposer une activité.

G.2. Socialisation : prise de conscience de certaines contraintes, réflexion critique conduisant à une décision, application effective des règles de vie acceptées.

G.2.1. Grâce à l'action : de l'égoïsme à la coopération

G.2.1.1. Coopération occasionnelle : savoir reconnaître un besoin et accepter d'y répondre.

G.2.1.2. Savoir travailler en équipe
— accepter de participer à un travail d'équipe,

— faire passer l'esprit de coopération avant la compétition, la mise en valeur de sa propre personne,

— savoir organiser le travail d'équipe (répartition des tâches).

G.2.2. Communication des idées

G.2.2.1. Respecter des règles matérielles permettant la communication des idées : tour de parole, silence...

G.2.2.2. Accepter de mettre en question ses propres idées

- écouter les autres,
- ne pas imposer son point de vue par la contrainte (en empêchant de parler, en injuriant...).

G.2.2.3. Prendre en compte des idées d'autrui

- accepter de participer aux discussions,
- reformer ses jugements après discussions.

G.2.3. Prise en compte motivée de certaines contraintes sociales

G.2.3.1. Accepter les règles d'hygiène et de politesse dégagées par la vie de la classe.

G.2.3.2. Eviter les pollutions et les nuisances en particulier à l'occasion des sorties.

G.2.3.3. Respecter le travail humain (en particulier celui du personnel de service) et les équipements.

L. MAITRISE DES DIFFERENTS LANGAGES

Ils sont envisagés uniquement comme support de la communication objective et de la pensée symbolique.

L.1. Savoir situer et maîtriser les différents modes d'expression et de communication

L.1.1. Traduction d'un même référent (situation...) dans les différents langages

L.1.1.1. Expression corporelle, mime.

L.1.1.2. Dessin, modelage, maquette.

L.1.1.3. Langue parlée ou écrite.

L.1.1.4. Découverte et application d'un code.

L.1.2. Transposition

L.1.2.1. Savoir transposer une communication non verbale (mime, dessin) en une communication verbale.

L.1.3. Choix

L.1.3.1. Savoir choisir le message le plus approprié suivant le référent et l'interlocuteur.

L.2. Langue maternelle

L.2.1. Langue parlée

L.2.1.1. Compréhension

— savoir comprendre un message parlé correspondant à un niveau de langage différent de celui de l'enfant : langage technique, langage scientifique (le vocabulaire spécifique est supposé connu).

L.2.1.2. Expression

— savoir exprimer oralement une question, une observation au niveau de langage de l'enfant,

— savoir reprendre un message qui se situe au niveau de langage de l'enfant (formules non liées, parties mimées) pour le transposer au niveau du langage scientifique (organisation de la pensée, précision, emploi du vocabulaire spécifique).

L.2.2. Langue écrite

L.2.2.1. Compréhension

— savoir repérer les mots inconnus dans un texte et rechercher leur sens,

— savoir identifier le genre littéraire d'un texte (poétique, scientifique, vulgarisation), en particulier savoir situer le niveau d'un article de presse,

— savoir trouver les renseignements cherchés dans un texte,

— savoir répondre aux questions posées par écrit (ex. : clé de détermination),

— savoir confronter les renseignements apportés par deux textes différents,

- savoir confronter les informations apportées par un texte avec l'expérience personnelle,
- savoir transposer oralement un texte dans le langage propre de l'enfant,
- savoir transposer par écrit un texte (contraction, changement de niveau de langue),
- savoir faire la synthèse de plusieurs textes différents sans juxtaposer simplement des phrases.

L.2.2.2. Expression

- savoir transcrire un message oral (ex. : discussion dans la classe ou exposé de 5 minutes environ) sous forme d'un texte court avec ou sans prise de notes,
- savoir rédiger un compte rendu d'observation ou d'expérience respectant les règles de la communication scientifique (ordre, précision, vocabulaire scientifique),
- savoir rédiger un compte rendu d'émission audio-visuelle.

L.3. Communication utilisant symboles ou codes (à l'exclusion des codes spécifiquement mathématiques)

L.3.1. Dessin et schéma

L.3.1.1. Savoir communiquer un renseignement au cours de la discussion orale par une ébauche de dessin qui se limite au détail significatif (au cours de l'observation d'un objet, d'une photographie, d'une préparation examinée à la loupe, ou au cours d'une construction).

L.3.1.2. Savoir exprimer le bilan d'une observation à l'aide d'un dessin accompagné d'une légende utilisable

- en dessinant avec précision et exactitude un détail significatif préalablement étudié, (le choix de l'élément, l'orientation et la mise en page étant assurés par l'enfant),
- en donnant un dessin d'ensemble qui respecte les proportions et délimite les unités significatives.

L.3.1.3. Savoir exprimer un montage, une construction, une structure (objet technique, dissection) par un schéma qui n'exprime que les relations fonctionnelles à l'exclusion de tout autre détail, sans emploi de conventions normalisées.

L.3.1.4. Savoir exécuter un schéma en respectant certaines conventions :

- projection sur un plan,
- coupe effectuée à un certain niveau,
- utilisation correcte de signes normalisés (montages électriques).

L.3.2. Repérage spatio-temporel, plans et cartes

L.3.2.1. Savoir définir une position ou un mouvement par rapport au sujet

- repérage qualitatif,
- repérage quantitatif en coordonnées polaires.

L.3.2.2. Savoir orienter une direction ou un déplacement par rapport à des repères universels : directions horizontale, verticale, points cardinaux.

L.3.2.3. Savoir définir une position ou un mouvement par rapport à un objet quelconque

- savoir changer de système de référence,
- savoir coder le repérage à l'aide d'un système inventé ou imposé.

L.3.2.4. Savoir représenter un cheminement au cours d'une sortie

- par un schéma topologique,
- par un diagramme à l'échelle.

L.3.2.5. Savoir tracer un plan à l'échelle.

L.3.2.6. Savoir interpréter une carte : interprétation des signes topographiques, étude d'un itinéraire, calcul d'une distance parcourue.

L.3.2.7. Savoir repérer une date ou une durée en s'appuyant sur un phénomène physique préalablement étalonné (ombre d'un bâton, horloge à eau...).

L.3.3. Codages et décodages

L.3.3.1. Savoir inventer un code ou utiliser un code pour exprimer une relation difficile à décrire à l'aide de la langue, ex. : coder les stades successifs de la marche du cheval à partir d'une série de photographies qui représentent ces stades.

L.3.3.2. Savoir décoder un schéma ou diagramme, le code étant connu.

L.4. Application des mathématiques

L.4.1. Classements, sériations

A l'occasion des exercices de classement et de sériation :

L.4.1.1. Savoir définir de façon univoque des attributs significatifs.

L.4.1.2. Savoir exécuter le classement ou la sériation en respectant les contraintes mathématiques de l'opération.

L.4.1.3. Savoir représenter graphiquement les résultats du classement par un diagramme ou un arbre.

L.4.2. Relations géométriques

L.4.2.2. Savoir reconnaître les éléments de symétrie ou trouver une loi de composition géométrique à l'occasion d'une observation.

L.4.3. Opérations numériques

L.4.3.1. Savoir dénombrer, lire et écrire les nombres même très grands ou très petits.

L.4.3.2. Savoir reconnaître la nature de l'opération à effectuer (addition, etc.) pour résoudre un problème pratique.

L.4.3.3. Savoir effectuer l'opération

- organiser un calcul mental,
- effectuer un calcul écrit,
- organiser une suite d'opérations en se servant d'une table ou machine.

L.4.3.4. Employer les opérateurs

- savoir déterminer l'opérateur qui lie les 2 termes d'un couple,
- savoir utiliser l'opérateur pour calculer l'un des 2 termes.

L.4.4. Représentations graphiques

L.4.4.1. Histogramme

- savoir construire et interpréter un histogramme.

L.4.4.2. Diagramme (graphique)

- savoir représenter une suite discrète de couples par un diagramme (graduation des axes, signification des coordonnées cartésiennes),
- savoir interpréter un diagramme.

• Remarque : l'interprétation des graphiques comportant des courbes continues présente des difficultés, il s'agit d'une démarche intuitive qui ne s'appuie pas sur des connaissances mathématiques.

L.5. Langage audio-visuel

L.5.1. Etre capable de recevoir le message audio-visuel

L.5.1.1. Distinguer, pour un même document audio-visuel, les différents niveaux de réception (affectif, esthétique, intellectuel...).

L.5.1.2. Comprendre le contenu scientifique du message

- savoir décrire une diapositive en dégageant l'essentiel, sans privilégier tel ou tel détail,
- savoir retrouver les caractéristiques du réel à travers les modifications provoquées par la technique de réalisation,
- avoir une idée de l'ordre de grandeur des objets réels (problème d'échelle, en raison de la distance du photographe par rapport à l'objet),
- se rendre compte de leur forme réelle, si l'angle de prise de vue fournit une image différente de celle qu'aurait norma-

lement un enfant dont les yeux sont situés à 1,20 m (environ) du sol, se rendre compte de l'exagération des effets de perspective (cf. plongée, contre-plongée),

— savoir schématiser une photo en superposant un calque, etc.,

— savoir raconter les événements essentiels d'un film,

— savoir interpréter les problèmes de temps relatifs aux films (accélérés, ralentis..., flash-back..., etc.),

— comprendre et ne jamais perdre de vue que le document audio-visuel est déjà une interprétation du réel où la personnalité du réalisateur intervient toujours,

— se rendre compte des différences entre :

- travail sur le réel,
- travail sur le document audio-visuel.

L.5.1.3. Être capable de critiquer un document audio-visuel

— déterminer ses qualités techniques,

— savoir reconnaître :

- une photographie correctement exposée, surexposée, sous-exposée,
- une photographie floue, nette,

— savoir faire une critique de l'impact subjectif du message audio-visuel,

— savoir évoquer les images ou les éléments sonores qui ont particulièrement plu, particulièrement déplu, ou choqué, etc.,

— savoir apprécier le document audio-visuel au point de vue esthétique,

— savoir faire une critique objective du contenu intellectuel du message,

— savoir déterminer si l'information transmise est :

- complète ou non,
- valable au point de vue scientifique (faire des vérifications en ayant recours à d'autres documents ou à l'expérience),
- claire et précise ou non...

L.5.2. Savoir s'exprimer par des documents audio-visuels

L.5.2.1. Savoir utiliser le magnétophone

— savoir choisir les moments où son utilisation est souhaitable... :

- textes élaborés en classe,
- enquêtes à l'extérieur, etc.,

— savoir choisir les bonnes conditions matérielles d'enregistrement,

— savoir manipuler l'appareil pour la lecture et pour l'enregistrement,

— savoir tenir le microphone pour s'enregistrer soi-même, pour enregistrer une autre personne,

— savoir placer le micro pour enregistrer un groupe...,

— savoir « nettoyer » la bande, enlever les toux, les passages « ratés », couper et coller la bande,

— savoir réaliser un fond sonore, enregistrer sur un fond musical, etc.

— savoir « décrypter » une bande, la retranscrire intégralement, retranscrire l'essentiel...

L.5.2.2. Savoir faire des photographies

— savoir exprimer un événement, un fait en réalisant l'image la plus significative,

— savoir manipuler un appareil photographique simple du type « instamatic » :

- savoir déterminer l'échelle qui convient au sujet choisi et donc la distance à laquelle on prend la photo,
- savoir choisir l'angle de prise de vue,
- savoir réaliser le cadrage,
- être capable de réaliser les diapositives de titres de présentation, etc.,

— savoir manipuler un appareil photographique de type plus complexe :

- savoir faire la mise au point.

L.5.2.3. Savoir faire un film

— savoir manipuler la caméra :

- savoir faire la mise au point, le cadrage,
- savoir choisir le rythme des prises de vue (accéléré, ralenti),

- savoir quand immobiliser la caméra (éventuellement sur un pied ou un support),
- savoir quand déplacer la caméra (panoramiques, plongées, contre-plongées),
- savoir réaliser un montage : supprimer certaines parties du film, ordonner les séquences.

L.5.2.4. Savoir réaliser un montage audio-visuel

- savoir ne garder que les vues les plus significatives,
- savoir choisir les documents sonores,
- savoir choisir l'accompagnement musical,
- savoir choisir le bruitage,
- savoir choisir le texte de présentation des diapositives : clair, intéressant, etc.

M. METHODES DE TRAVAIL

M.1. Méthodes générales de travail

M.1.1. Documentation

- M.1.1.1. Savoir classer des documents personnels ou des documents de la classe**
 - suivant un critère imposé,
 - suivant un critère choisi par l'enfant.
- M.1.1.2. Savoir reporter les informations occasionnelles dans un classeur personnel.**
- M.1.1.3. Savoir exploiter un fichier pour trouver un renseignement.**
- M.1.1.4. Savoir rechercher empiriquement un renseignement dans différents documents.**
- M.1.1.5. Savoir organiser des notes de lectures (cf. L.2.2.2.).**

M.1.2. Enquête

- M.1.2.1. Savoir préparer une enquête**
 - choix des personnes à interroger,
 - choix des questions à poser.

M.1.2.2. Savoir poser des questions (niveau de langage) et provoquer des réponses.

M.1.2.3. Savoir organiser les données brutes de l'enquête (enregistrement ou notes).

M.1.3. Réalisation d'un projet (montage, modèle réduit, aménagement d'un bassin en plastique...)

M.1.3.1. Savoir analyser la tâche, évaluer le temps et les moyens nécessaires, répartir le travail.

M.1.3.2. Savoir exécuter la tâche attribuée.

M.1.3.3. Savoir contrôler le résultat du travail.

M.1.4. Organisation de la vie scolaire

M.1.4.1. Savoir répartir le travail au cours de la semaine.

M.1.4.2. Savoir évaluer son propre travail ou le travail d'un camarade.

M.2. Méthodes spécifiques de la pensée scientifique

M.2.1. Observation

M.2.1.1. Observation spontanée divergente

- savoir examiner un objet inconnu suivant des critères divergents très différents (couleur, forme, organisation...),
- savoir s'étonner lorsqu'un fait observé contredit l'expérience antérieure (ex. : chenilles qui semblent pondre des œufs).

M.2.1.2. Observation organisée ou armée

- savoir choisir un critère investigateur permettant d'orienter l'observation parmi les critères multiples dégagés par l'observation spontanée,
- savoir conduire une observation statique soit en déterminant la situation rela-

tive des unités, soit en faisant une étude comparée,

— savoir conduire une observation dynamique en caractérisant un comportement, un cycle, un développement.

M.2.1.3. Synthèse des observations

— savoir coordonner les données d'une observation de longue durée,

— savoir faire la synthèse d'observations faites à l'aide de techniques différentes (observation de l'animal vivant, de photographies, de préparations).

M.2.1.4. Interprétation des observations

— dégager un plan d'organisation commun à plusieurs êtres vivants,

— établir des classements ; rechercher une classification opératoire,

— construire et utiliser une clé de détermination,

— définir une fonction,

— établir une corrélation : organe-fonction, ou une adaptation.

M.2.2. Expérimentation

M.2.2.1. Savoir découvrir une corrélation au cours du tâtonnement expérimental, c'est-à-dire savoir dépasser les actions répétitives ou destructives pour orienter le tâtonnement en fonction des données et des résultats des autres enfants.

M.2.2.2. Savoir caractériser le système qui définit une transformation : quels sont les facteurs

• qui interviennent,

• qui sont indifférents ? (par exemple les caractéristiques de forme du récipient pour une expérience de corps flottants),

— savoir mettre en évidence un facteur précis dans le cadre précédent (c'est-à-dire sans avoir à concevoir un montage expérimental) en vérifiant l'hypothèse par le critère de présence-absence,

— savoir préciser l'action d'un facteur en le faisant varier quantitativement.

M.2.2.3. Savoir dégager l'hypothèse de variables expérimentales multiples et indépendantes

— soit en diversifiant les tâtonnements dans le cadre de la classe,

— soit en recherchant de façon systématique les facteurs agissant sur le système,

— soit en comparant des situations voisines (germinations réalisées de différentes manières).

M.2.2.4. Savoir concevoir un montage expérimental pour vérifier une hypothèse

— concevoir théoriquement un montage qui isole effectivement la variable sans modifier le phénomène (sans tuer la plante par exemple),

— concevoir un montage pratique qui permet effectivement de réaliser cette idée.

M.2.2.5. Savoir exécuter l'expérience projetée

— reconnaître l'action de facteurs perturbateurs ou imprévus (par exemple l'échauffement provoqué par la source de lumière, traumatisme provoqué par le démenagement du poisson...),

— résoudre les problèmes techniques (manque de matériel, incidents),

— noter soigneusement les faits observés sans donner un « coup de pouce ».

M.2.2.6. Savoir interpréter les résultats

— hypothèse confirmée : ne pas dépasser les conclusions réellement prouvées,

— hypothèse infirmée : chercher éventuellement un facteur non explicité.

M.2.3. Repérages et mesures

M.2.3.1. Savoir discerner l'intérêt ou la nécessité d'une détermination quantitative

— pour orienter correctement une action (concentration de solution nutritive par exemple) ou pour assurer un repérage précis (classement des erreurs),

— pour établir une relation causale précise (la relation entre température et vitesse de germination ne peut pas être définie de façon purement qualitative),

— pour définir des constantes, des états d'équilibre, des grandeurs qui se conservent dans les transformations (ex. : équilibre d'un levier...).

M.2.3.2. Savoir concevoir un repérage ou une mesure significative

— déterminer les conditions permettant une mesure répétable (taille d'un escargot),

— déterminer les conditions permettant de ne pas troubler le phénomène par la mesure (ne pas couper la salade pour mesurer la transpiration),

— choisir l'unité (unité arbitraire ou unité usuelle) permettant un encadrement avec une précision satisfaisante, choisir éventuellement l'instrument adéquat (par exemple charge limite, sensibilité de la balance, forme des plateaux pour une pesée).

M.2.3.3. Savoir exécuter la mesure

— pratiquer une technique de mesure correcte (visée, stratégie de la pesée),

— exprimer correctement les résultats de la mesure : désignation de l'unité, encadrement.

M.2.3.4. Savoir interpréter la mesure

— construire un histogramme ou un graphique,

— ne pas éliminer de valeur ; éventuellement préciser la moyenne et la fluctuation.

M.2.4.1. Explication

— savoir énoncer une loi,

— savoir construire un modèle mécanique pour expliquer un phénomène (modèle particulière pour expliquer la diffusion et la dispersion d'un corps dissous).

M.2.4. Intégration et application de l'acquis

M.2.4.2. Synthèse

— savoir rapprocher des acquis ponctuels pour construire un concept général (cf. reproduction).

M.2.4.3. Application d'un principe connu à une situation concrète nouvelle

— savoir reconnaître l'appartenance à une catégorie préalablement définie : classification, plan d'organisation, identification d'une fonction, d'un opérateur, d'un opérateur technique,

— savoir expliquer une transformation par une loi connue,

— savoir tenir compte de l'expérience pour reformuler le savoir (adopter une nouvelle définition des insectes à la suite de la découverte de formes aptères).

T. ACQUISITION DE TECHNIQUES

(techniques appliquées à l'occasion d'exercices scientifiques)

T.1. Initiation technique générale : emploi intelligent et efficace des outils liés à la vie scolaire : duplicateur, agrafeuse...

T.1.1. Définir les caractéristiques de l'outil à partir de l'analyse de la tâche et recherche de l'instrument adéquat ; y compris les caractéristiques quantitatives (ex. : perceuse)

T.1.2. Analyse intelligente d'un outil inconnu avant son emploi en vue de réaliser des apprentissages efficaces, en renonçant éventuellement à des apprentissages antérieurs non adéquats

T.1.2.1. Cas d'une boîte noire : déterminer les caractéristiques de l'opérateur technique qui conditionnent son emploi.

T.1.2.2. Cas d'un instrument livré avec notice : savoir réaliser un apprentissage à partir des indications de la notice.

T.1.2.3. Cas d'un instrument livré sans notice : savoir analyser au préalable la fonction technique des différents sous-systèmes avant apprentissage.

T.1.3. Emploi de l'outil dont les caractéristiques et règles d'emploi sont préalablement connues

T.1.3.1. Savoir reconnaître l'origine d'une difficulté d'emploi et prendre les mesures nécessaires.

T.1.3.2. Savoir remédier à un incident de fonctionnement

— savoir trouver la manière de recharger une agrafeuse,

— savoir modifier le réglage d'un duplicateur...

T.1.3.3. Savoir appliquer les règles de sécurité ; isolement électrique, protection des yeux...

T.1.4. Entretien et réparation ; maintenance

T.1.4.1. Savoir appliquer les règles d'entretien (affûtage, graissage).

T.1.4.2. Ranger les outils (panoplie).

T.2. Techniques de construction soit à partir de matériaux bruts, soit à partir de boîtes

T.2.1. Conception

T.2.1.1. Savoir inventer un modèle soit par tâtonnement, soit en proposant un plan (sans appliquer de conventions normalisées).

T.2.1.2. Savoir choisir le matériau et les techniques de fabrication.

T.2.2. Réalisation

T.2.2.1. Tracé

— savoir réaliser un tracé précis (dimensions, angles) et choisir l'outil adéquat.

T.2.2.2. Exécution

— respecter le tracé,
— monter avec soin (collages, soudure, contacts électriques).

T.3. Techniques instrumentales

T.3.1. Instruments d'optique : loupe, appareil photographique, appareil de projection

T.3.1.1. Savoir exécuter les réglages nécessaires (y compris la place de l'œil dans le cas de la loupe).

T.3.1.2. Employer les appareils sans détériorer les parties optiques (lentilles grasses ou rayées) ou mécaniques (crémaillère).

T.3.2. Instruments de mesure : balance, thermomètre, montre, boussole

T.3.2.1. Savoir lire correctement le résultat : éviter les erreurs de visée, connaître la graduation et faire des interpolations correctes.

T.3.2.2. Appliquer les règles propres au maniement de chaque instrument (ex. : ne pas lire une température après avoir retiré le thermomètre du liquide).

T.3.3. Magnétophone

T.3.3.1. Être capable d'utiliser le magnétophone pour la lecture.

T.3.3.2. Être capable d'utiliser le magnétophone pour l'enregistrement.

T.3.3.3. Être capable de faire un montage.

T.3.4. Instruments de laboratoire de chimie

T.3.4.1. Savoir employer et régler un appareil de chauffage.

T.3.4.2. Savoir fractionner un mélange solide-liquide (filtration, décantation).

T.3.4.3. Savoir transvaser un gaz.

....

T.4. Techniques de biologie

T.4.1. Collections

T.4.1.1. La décision de faire une collection donnée (coquillages, crânes, petits ver-

tébrés naturalisés) est prise librement dans le cadre de la classe.

Mais chaque type de collection implique des apprentissages spécifiques

ex. : savoir préparer une plante pour herbar.

T.4.1.2. Savoir appliquer les règles générales permettant d'exploiter une collection

- indiquer l'origine et la date de récolte,
- classer les échantillons,
- assurer les travaux d'entretien périodiques.

T.4.2. Cultures

T.4.2.1. Savoir réaliser les conditions d'une culture à l'aide des indications d'un

document ou des observations dans la nature.

T.4.2.2. Assurer régulièrement les travaux d'entretien.

T.4.2.3. Savoir observer les incidents de développement et prendre les mesures nécessaires.

T.4.3. Elevages : mêmes rubriques

C. ACQUISITION DE CONNAISSANCES

Cette partie du tableau est traitée dans les unités spécialisées.

II. - VUE D'ENSEMBLE DE LA DÉMARCHÉ

Il n'existe pas de méthode passe-partout pour conduire une activité d'éveil scientifique. La comparaison de 4 thèmes réalisés dans des classes très différentes permettra de dégager les lignes directrices retenues comme hypothèses de recherche. Il sera aussi possible de se reporter à l'exploitation de 2 sorties (IV B et C) et à la description d'un exercice de C.P. (Recherche Pédagogique n° 51, p. 97 à 99).

Les travaux cités dans le texte sont désignés par leur numéro de code qui permet de retrouver le terrain et le sujet en se reportant au répertoire des participants à la recherche (p. 225 à 249).

A. JEUX AVEC LES AIMANTS AU COURS PREPARATOIRE

1. GENERALITES

1.1. Ce sujet a été expérimenté dans 3 classes (04.2.o, 19.2.h, 16.7.b), à partir de points de départ différents : jeux libres avec des aimants distribués par la maîtresse et apportés par les enfants, résolution d'un problème pratique à l'occasion d'un incident provoqué par la maîtresse (ex. : la chute d'une boîte d'épingles). Dans les trois cas les élèves ont marqué un intérêt très vif que les a poussés à prolonger le tâtonnement expérimental en dehors de l'école : d'autre part les maîtres ont pu orienter l'activité des élèves vers un acquis explicite sans leur imposer un contenu étranger à leurs intérêts et aux problèmes qu'ils ont effectivement formulés.

1.2. Objectifs. L'exercice a permis d'atteindre les objectifs suivants dans les 3 classes.

1.2.1. Première approche de la causalité : définir à partir d'une recherche libre les conditions précises et objectives permettant de produire un phénomène physique déterminé, envisagé antérieurement comme résultat d'une action magique ; exprimer cette découverte par le langage et le dessin en éliminant tous les facteurs étrangers au phénomène considéré.

1.2.2. Dissocier objet et matière première (substance) par la mise en évidence de propriétés caractéristiques d'une substance donnée : le fer.

1.2.3. Distinguer l'attraction — phénomène qui se manifeste à distance sans lien matériel entre les objets — des autres formes d'adhérence, — traduire cette distinction à l'aide d'un vocabulaire adéquat (attirer, coller...), — distinguer la signification physique du mot attirer de ses autres sens (« le fromage attire les mouches »).

1.2.4. Distinguer le fer (et éventuellement le nickel) des autres métaux, la notion de métal

ayant été acquise préalablement (éclat, conductibilité).

1.2.5. Certains objectifs possibles étaient présents à l'esprit du maître au départ ; d'autres se sont révélés au cours de l'exercice ; dans tous les cas c'est le comportement de la classe qui a déterminé en dernier lieu le choix des objectifs retenus et leur niveau de formulation.

1.3. Matériel utilisé

1.3.1. Aimants apportés par les enfants, ce qui conduit à une exploration du milieu technique, (aimants de couturière, fermetures magnétiques, tableaux magnétiques...).

1.3.2. Aimants en ticonal fournis par Alleward-Ugine, 38 - Saint-Pierre-d'Allevard, petits aimants droits ou en U ayant une force portante considérable. Ex. : réf. 4 013, poids 22,5 g, force portante 3,9 kg (aimant en U).

2. DEROULEMENT DE L'EXERCICE DANS L'UNE DES CLASSES D'EXPERIENCE

2.1. Conditions matérielles

- C.P. de 16 élèves, 9 garçons, 7 filles.
- Choix du sujet : la maîtresse a proposé le sujet.
- Information préalable : compte rendu d'un travail antérieur.
- Durée de l'exercice : 2 séances occupant la plus grande partie de l'après-midi.

2.2. Préparation de l'exercice : divers aimants ont été recherchés par la maîtresse qui a également

apporté des objets de différente nature (1). Les élèves ont également utilisé leur matériel d'écolier (2).

2.3. L'étude du problème par la classe

2.3.1. Travail individuel pour l'expérimentation. Travail collectif de mise au point et de formulation des observations. Matériel utilisé : aimants (un par élève) et objets divers (précisés plus haut).

2.3.2. La maîtresse n'est intervenue que pour introduire l'aimant (les enfants n'y ayant pas pensé), préciser certains termes de vocabulaire (attire, à travers), et pour aider à la formulation correcte des observations. Par ailleurs, ce sont les observations spontanées des enfants au cours de l'expérimentation individuelle qui ont guidé le déroulement de l'exercice.

2.4. 1^{re} séance

- o intervention d'élève.
- x intervention de la maîtresse.
- ... silence des enfants.

La maîtresse laisse tomber une boîte de petites pointes et demande :

x *Comment pourrait-on faire pour ramasser toutes les pointes le plus vite possible ?*

- o Avec la main.
- o Avec le balai et la pelle.
- o Deux enfants peuvent ramasser ensemble.
- o On les met en tas et avec une pelle on les prend.

...

(1) Bocal en verre, capsule et couvercle métalliques, bouchons en plastique et en liège, morceau de tissu, boîte de carton, tire-bouchon, casse-noix, tournevis, couteaux.

(2) Crayons à bille, gomme, éponge, boîte d'éponge, crayons gris, crayons feutre, règles plastique et bois, paire de ciseaux, craie, trousse d'écolier, ardoise.

x *Pour aller encore plus vite ?*

- o C'est dur à trouver !

x *Tiens ! Voici quelque chose. Essaie de t'en servir pour ramasser les pointes.*

- o Ça colle, c'est un aimant !
- o Tout à l'heure tu vas coller tes doigts aussi.
- o C'est comme les aimants, là (l'enfant montre le tableau magnétique).
- o C'est tout collé.
- o Non, c'est pas avec la colle.
- o C'est un aimant en fer et les pointes s'accrochent.

x *Les pointes sont-elles accrochées ?*

- o Non, elles ne sont pas accrochées.

x *Que peut-on dire alors ?*

- o ...

x *On dit que l'aimant attire les pointes.*

Expérimentation individuelle :

Chaque enfant reçoit un aimant et s'amuse avec lui et différents objets (voir II 2.3.3.).

Les réflexions fusent :

- o L'aimant attire mon ardoise, seulement en haut où il y a du fer.
- o Ça attire le fer.
- o Le bouchon n'est pas accroché.

Un autre enfant rectifie :

- o Le bouchon n'est pas attiré.
- o Mon crayon n'est pas attiré.

...

- o L'aimant attire ma trousse.

x *Ta trousse ?*

- o Non, la pression seulement est attirée.

Loïc annonce :

- o Le manche n'est pas attiré.

Il A fig. 6

L'aimant attire le taille-crayon en fer



Il A fig. 7

Commentaire oral : Jean-Manuel voulait faire un
jouet avec des trombones, il l'a fait en prenant
d'abord un aimant...

x Pourquoi ne dis-tu pas : le tournevis n'est pas attiré ?

o Parce que le manche n'est pas attiré mais le bout de fer est attiré.

Un peu plus tard, le même élève s'écrie :

o Il y a un bout qui attire et un autre qui n'attire pas.

o Ça n'attire pas au milieu mais ça attire au bout.

x Montre-nous-le. Pourrais-tu nous dessiner au tableau ton aimant, en indiquant les parties qui attirent et celles qui n'attirent pas ?

Dessin au tableau :

Puis correction par un autre élève :

Les parties de l'aimant qui attirent sont coloriées sur proposition des enfants.

Après expérimentation sur son propre aimant, Claude vient le dessiner au tableau :

o Il est trop mince.

o Il a une jambe plus courte que l'autre.

o C'est comme le m de michelle.

Après correction :

Classification

x Comment pourrait-on classer ces objets (ceux que les enfants viennent de tester) ? En 2 ensembles ?

o Ceux qui sont en bois et ceux qui ne le sont pas.

o Tous les objets en plastique dans un ensemble et ceux qui ne le sont pas dans un autre.

o Un ensemble avec des objets lisses et un autre avec des objets pas lisses.

o J'ai envie de les classer selon leur couleur.

o Tous ceux qui sont en fer ensemble et ceux qui ne sont pas en fer ensemble...

o Tous les objets qui sont attirés dans un ensemble et ceux qui ne sont pas attirés dans un autre ensemble.

x C'est une bonne idée. Etes-vous d'accord ?

Les enfants procèdent à leur classement.

Certains objets sont difficiles à classer (tournevis, tire-bouchon, couteau, cartouche vide). Les enfants placent eux-mêmes ces objets, partie attirée vers l'ensemble des objets attirés et partie non attirée vers l'ensemble des objets non attirés, et expliquent très justement cette façon de procéder.

Trace individuelle de l'exercice. Reproduction dessinée des ensembles réalisés, les objets ayant tous été ramassés. Exemple p. 40.

Certains enfants proposent de désigner les ensembles par les mots : attirés, non attirés. D'autres proposent le dessin d'un aimant pour l'ensemble des objets attirés et un aimant barré pour l'ensemble des objets non attirés.

La maîtresse leur laisse le libre choix.

2.5. 2^e séance

Chaque enfant a devant lui un aimant, une pointe et les objets utilisés au cours de la première séance.

— Attirance à distance

o Patrick dit : J'ai même pas le temps d'approcher l'aimant, la pointe saute dessus.

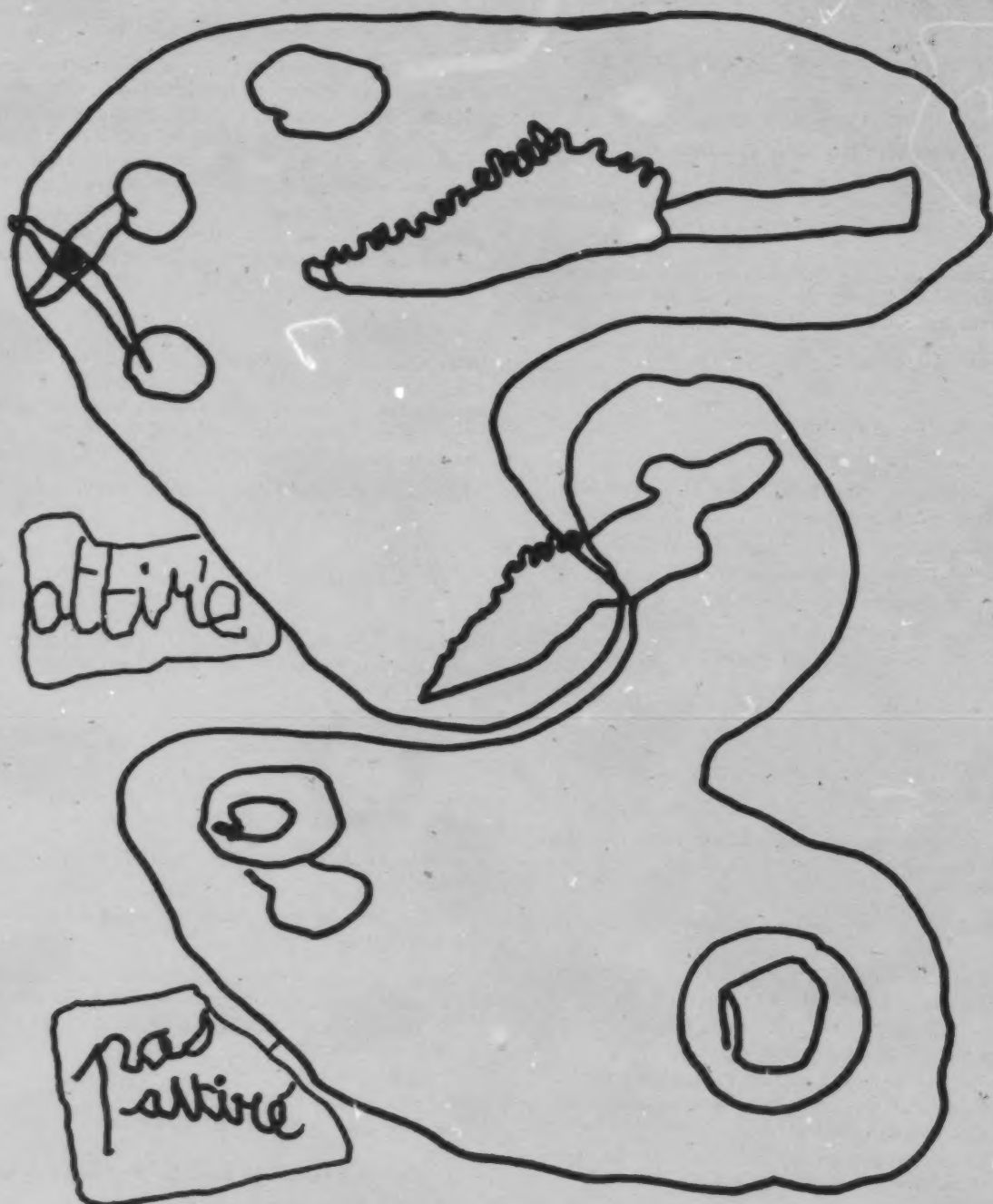
o Quand j'approche l'aimant, la pointe saute, elle est attirée...

o Quand j'approche l'aimant, la pointe roule, elle est attirée...

Tous les élèves remarquent qu'il faut approcher l'aimant à une certaine distance de la pointe (distance qu'ils n'évaluent pas) avant que cette dernière soit attirée.

— Attirance à travers un obstacle

o Maryse : quand je mets le tissu sur la capsule, l'aimant attire le tissu et la capsule.



x *L'aimant attire le tissu, seul ? (p. 42).*

o Non, l'aimant n'attire pas le tissu mais il attire la capsule.

Les autres tentent la même expérience.

o Quand je mets le tissu, l'aimant attire la capsule quand même.

o L'aimant attire la capsule et le tissu est soulevé.

o L'aimant attire la capsule « en travers » le tissu.

La maîtresse intervient pour rectifier « en travers ».

o L'aimant attire la capsule à travers le tissu.

x *Peut-on essayer autre chose ?*

Patrick sort une feuille de papier de son casier et s'écrie :

o L'aimant attire la pointe à travers le papier, regardez ! Ça tombe pas !

o L'aimant attire la pointe à travers le tissu et le papier (deux obstacles à la fois).

o Madame, l'aimant attire la pointe à travers le couvercle de ma boîte d'éponge.

o L'aimant attire la pointe à travers le couvercle de plastique.

o L'aimant attire la pointe à travers la boîte de carton.

Les enfants recherchent les plaques de carton qui leur servent de sous-main et vérifient les dires de Gaël.

o J'ai envie d'essayer à travers le tableau.

La pointe n'est pas attirée.

o Le tableau est trop épais.

La maîtresse distribue des planchettes de contre-plaqué et tous s'aperçoivent que la pointe est attirée à travers le bois (p. 42).

Claude s'écrie :

o La pointe dans le bocal est attirée par l'aimant, elle bouge (p. 43).

o Quand je fais tourner l'aimant autour du bocal, la pointe tourne aussi.

o La pointe est attirée par l'aimant, à travers le bocal, même quand l'aimant ne touche pas le bocal.

o L'aimant attire la pointe à travers le verre.

— *Idée de force magnétique*

Les enfants s'amuse à faire sortir leur pointe du bocal, à l'aide de l'aimant, à travers le verre. Certains réussissent, d'autres non. Ils décident d'échanger leurs aimants. Les résultats sont inversés.

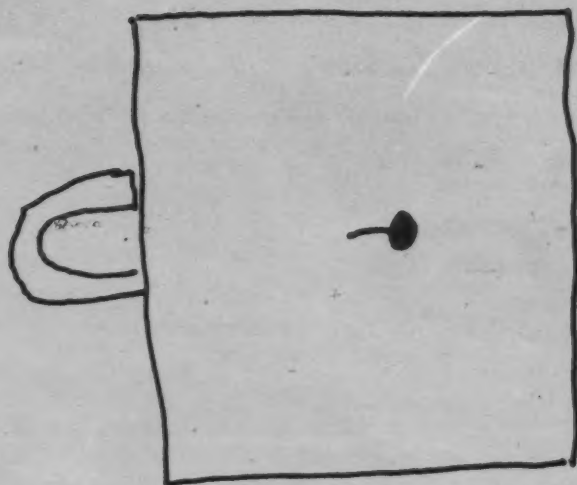
o Y-en a qui sont plus forts que les autres.

x *Qu'est-ce qu'un aimant fort ?*

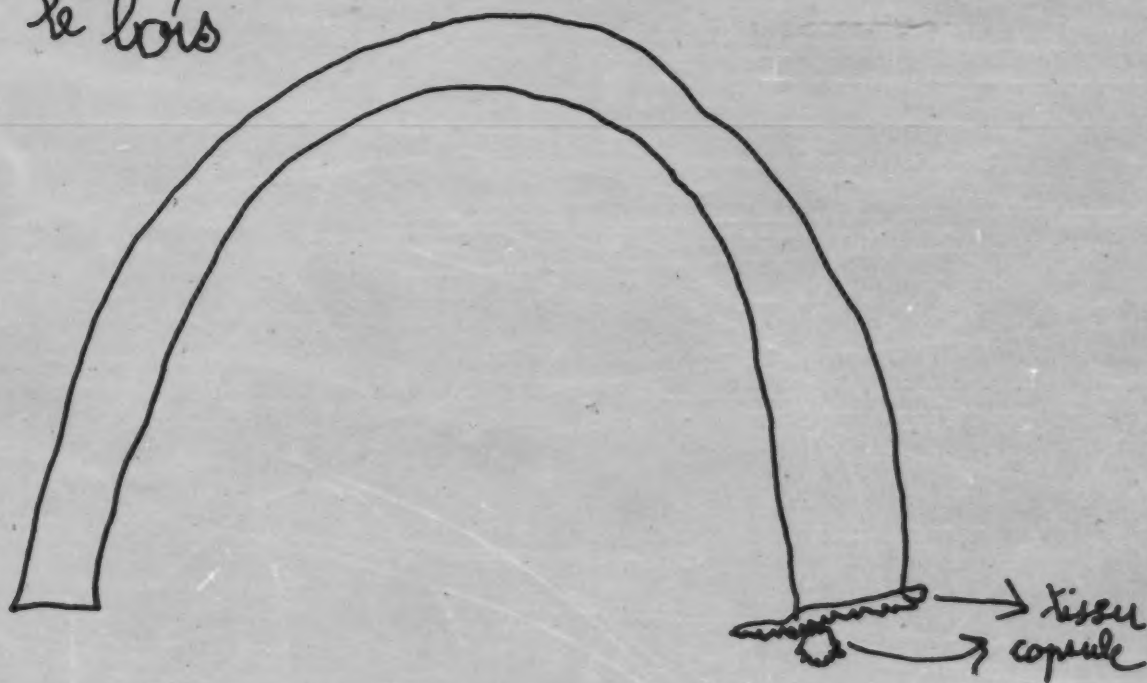
o C'est un aimant qui est plus aimanté.

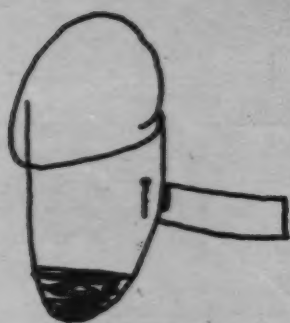
Après chaque découverte la maîtresse s'attache à faire formuler convenablement l'observation et fait répéter la phrase correcte par les autres élèves.

A la fin de l'exercice un élève écrit au tableau, avec l'aide de ses camarades (voir 4.2.) la formulation : l'aimant attire le fer à travers le tissu, le papier, le plastique, le carton, le bois, le verre.



l'aimant attire la pointe à travers
le bois





l'aimant attire la pointe
à travers le bocal

Sur les cahiers individuels prennent place :

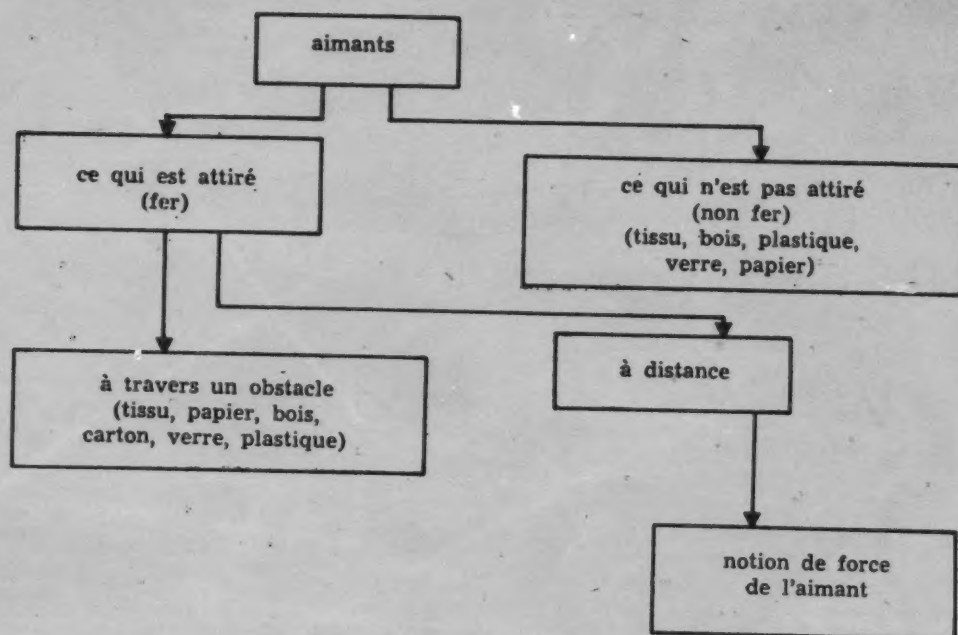
- les dessins réalisés lors de la première séance, p. 40, 42, 43, planche II A,
- les formulations mises au point collectivement,
- le schém. d'une expérience personnelle réalisée au cours de la deuxième séance,
- des productions spontanées.

2.6. L'acquis : formulation, intégration et contrôle

A l'issue de l'exercice la maîtresse a recherché l'acquis possible en construisant l'organigramme des notions formulées ; à partir de cet organigramme elle a construit les exercices de contrôle.

2.6.1. Formulation

Organigramme exprimant l'acquis conceptuel (cf. page suivante).



2.6.2. Contrôle

a) Au début de la 2^e séance de travail les enfants sont invités à refaire de mémoire sans le recours de l'aimant, le classement des objets testés à la séance précédente, en deux ensembles : attirés, non attirés.

Résultat du contrôle :

15 présents. 10 réussites. 5 échecs ou demi-échecs.

b) Autre contrôle

Les élèves sont invités à prendre dans la main :

- un objet attiré,
- puis un objet non attiré,
- puis un aimant.

Cette invitation est faite à plusieurs reprises. La réussite est complète et les enfants à chaque fois précisent la raison de leur choix :

- o C'est du fer (attiré).
- o C'est du plastique (non attiré), etc.

2.7. Décloisonnement disciplinaire

La maîtresse a fait appel aux connaissances de lecture (formulation écrite des observations) et en mathématiques (classement ensembles).

2.7.1. Liens avec l'enseignement du français

— expression orale (enrichissement du vocabulaire et de l'expression),

— expression écrite (utilisation de sons déjà acquis et recherche de nouveaux sons pour la formulation écrite des observations).

Exemple : un enfant, au tableau, commence la phrase et écrit :

« léman ».

x Ce n'est pas ce è.

o C'est le ai de « j'ai » !

x Oui et il y a aussi un t muet à la fin.

x Dit-on un l'aimant ?

o Non, c'est un aimant, le mot c'est

aimant

x Alors ?

o Il y a un l apostrophe.

L'enfant corrige et écrit « attire » sans difficulté (les syllabes ti et re étant connues).

o On entend a au début et le t après (at).

Même processus pour écrire objet que l'enfant écrit « objai ».

x C'est le « et » de jouet.

x Attention l'aimant attire les objets en fer.

o Il faut mettre un s muet parce que autrement ça voudrait dire que l'aimant n'attire que un objet.

« En » est connu.

Fer

o On entend f et er de mercredi.

L'enfant compose ainsi cette syllabe inconnue jusqu'à présent.

Même façon de procéder pour l'autre formulation, les syllabes inconnues (tra, vers, pier, plas, car, ton, bois) étant recomposées par écrit à partir de leur décomposition auditive (lettres initiales et sons).

— Lecture : lecture à voix haute des phrases composées.

2.7.2. Mathématique : choix des critères de classement.

Classements; représentation symbolique des ensembles.

3. OBSERVATIONS D'ORDRE GENERAL

3.1. Difficultés rencontrées

3.1.1. En limitant l'étude des aimants à leur action sur des objets en fer on masque deux aspects importants du phénomène :

— les objets attirés sont préalablement transformés en aimant, au moins temporairement,

— les interactions de deux aimants ne se limitent pas à des forces d'attraction ; les forces de répulsion sont négligées et surtout la propriété fondamentale d'un aimant — orientation dans un champ magnétique — n'apparaît pas. Ces limitations ne présentent pas d'inconvénient si la classe pratique effectivement la méthode de découverte : les relations découvertes sont la réponse à un problème expérimental précis et l'exercice permet de réaliser des objectifs généraux (exemple 1.1.1., 1.1.2.). Bien plus, en focalisant l'activité des élèves dans un domaine bien circonscrit on peut reprendre les expériences sur les aimants au C.E. ou au C.M. à partir d'un point de vue tout à fait différent : étude de l'orientation, des forces d'attraction et de répulsions entre aimants flottants ou suspendus et construction de boussoles.

3.1.2. Dans les trois classes, les élèves se sont livrés spontanément à un exercice de classement qui a permis une exploitation intéressante. Mais la pratique de ces exercices exige certaines précautions : il faut éviter la confusion entre les objets physiques sur lesquels s'appuie l'expérience première et les éléments d'un ensemble définis par un attribut précis. Si la partition de l'ensemble de référence se fait à partir de l'attribut « est attiré par l'aimant », elle définit un sous-ensemble égal au sous-ensemble et défini par l'attribut « est formé en partie ou en totalité de fer », car les éléments de sous-ensemble sont souvent des objets formés de substances différentes. Comme la relation d'appartenance n'est pas transitive il ne faut pas considérer le manche du couteau et sa lame comme des éléments de l'ensemble couteau considéré lui-même comme un élément de l'ensemble des objets attirés par les aimants.

3.2. Intérêt

3.2.1. Sondage

Dans une classe la maîtresse a cherché à confirmer ses impressions subjectives par un sondage objectif suivant la méthode du S.C.I.S. On distribue aux élèves une feuille représentant des visages d'enfants exprimant 4 états d'âme : joie, intérêt moyen, léger ennui, ennui profond, les enfants arrivent rapidement à distinguer les différentes expressions. Ensuite, la maîtresse demande aux élèves de se reconnaître sur l'une des figures lorsqu'ils se livrent à une activité déterminée :

- quand on joue avec les aimants (1),
- quand on enregistre au micro (2),
- quand un petit garçon explique devant les autres (3).

Les résultats obtenus dans cette classe de 25 élèves sont reportés comme à la planche III B, fig. 6, ils montrent que l'intérêt principal des enfants porte sur la manipulation des objets.

3.2.2. Jeu et activité scientifique. Les enfants ont joué pendant plus de 2 mois avec les aimants pendant leur temps libre, ces jeux sont d'abord des activités de détente en dehors des perspectives scolaires ; ils ne deviennent exercices scientifiques qu'après un effort d'objectivation et de communication. Quel est le moment le plus favorable pour le passage du jeu à la réflexion scientifique ? En intervenant trop tôt le maître se heurte à une passion individuelle du jeu qui paralyse tout travail collectif ; il vaut mieux attendre que le besoin de communiquer se manifeste pour commencer l'exercice par un entretien.

3.3. Evaluation pour l'ensemble des classes

3.3.1. Les objectifs généraux (1.2.1., 1.2.2.) n'ont pas été évalués à l'issue de l'exercice. La meilleure vérification consiste à observer le changement des comportements spontanés des élèves ; pour faciliter ce travail, l'établissement de grilles d'indicateurs caractéristiques d'un objectif donné a été entrepris.

3.3.2. Seul l'objectif 1.2.4. a été contrôlé de façon systématique en fin de thème (les objets en fer et en nickel sont attirés par les ai-

mants) : des feuilles polycopiées représentant différents objets ont été distribuées aux enfants, eux-mêmes ont dessiné des objets, « parce que sur le dessin polycopié il n'y avait pas tout ce qu'on avait essayé » (16.7.b). Puis on leur a demandé d'effectuer des opérations de classement sur ce matériel.

De plus dans la même classe une activité mathématique a permis en même temps de faire un contrôle de l'acquis scientifique :

JEU DU VRAI OU FAUX

Exercice :

- Tu lis ces petites phrases.
 - Tu les découpes.
 - l'aimant attire les ciseaux,
 - l'aimant attire une balle,
 - l'aimant n'attire pas mon éponge,
 - l'aimant n'attire pas un trombone,
 - la clé est attirée par l'aimant.
 - Tu les classes dans le tableau :
- (chaque enfant dispose d'une feuille comportant deux colonnes : VRAI ET FAUX),
(travail de Philippe).

Résultats de l'ensemble de la classe

sur 21 élèves

- 8 → aucune faute,
 - 7 → 1 erreur, toujours la même :
« l'aimant n'attire pas mon éponge - faux »,
 - 5 → 2 erreurs : portant sur les deux phrases négatives,
 - 1 → 1 erreur portant sur le contenu de la phrase :
« l'aimant attire la balle » - vrai.
- Toutes les erreurs, sauf une, portent sur l'aspect logico-mathématique de l'exercice.

 VIOLETTE
 LUCY
 MARIE-LOUISE
 CAROL
 CECILIE
 DORA
 CHRISTIAN
 ALICE
 EMILIE
 DOMINIQUE
 MARTINE
 MARCO
 CAROL
 MICHELE
 LUCY
 PATRICK
 SARA
 PIERRE
 MARIE
 MARIE

 PAUL
 ANNE
 VIOLETTE
 LUCY
 CAROL
 CECILIE
 DORA
 CHRISTIAN
 ALICE
 EMILIE
 DOMINIQUE
 MARTINE
 MARCO
 CAROL
 MICHELE
 LUCY
 PATRICK
 SARA
 PIERRE
 MARIE
 MARIE

 JUSTE
 LUCY
 CAROL
 DOMINIQUE
 MARTINE
 MARCO
 CAROL
 MICHELE
 LUCY
 PATRICK
 SARA
 PIERRE
 MARIE
 MARIE

B. LES DENTS (C.E. 2, 15.1.a)

1. GENERALITES

1.1. La classe

33 élèves ; classe mixte ; milieu urbain (principalement H.L.M. récentes) ; élèves habitués à travailler par groupes ; au centre de la classe, 4 tables pour recevoir les documents ; coin nature au fond de la classe.

1.2. Durée de l'exercice

12 heures réparties sur 2 mois.

1.3. Objectifs

A partir de l'intention pédagogique initiale « comment les animaux broient-ils leurs aliments ? », les objectifs suivants se sont dégagés au cours de la pratique de la classe et ont été explicités pendant les séances hebdomadaires de concertation :

1.3.1. Acquisition de concepts

- les différences de régime alimentaire s'expliquent en particulier par les différences de dentition ;
- les dents de l'enfant et de l'homme diffèrent par leur forme et leur position : identification et nom des différentes formes de dents,
- la dent est un organe vivant qui se développe et peut s'infecter.

1.3.2. Acquisition de méthodes et de techniques

- observation précise d'un comportement (mastication) et recherche de l'interprétation (support anatomique),
- analyse de radiographies ; recherche de la signification des différences d'opacité,

— dessin d'observation : mise en évidence d'un détail caractéristique (profil de dent),

— recherche de renseignements dans des documents.

1.3.3. Education générale : fonder des règles d'hygiène sur une information conduisant à une pratique intelligente et non imposée.

1.4. Matériel

1.4.1. Matériel apporté par les enfants

— nombreuses têtes osseuses d'animaux et morceaux de mâchoires qu'ils ont nettoyés eux-mêmes ou trouvés en forêt (têtes de lapin, tête de renard, 1/2 mâchoire d'un sanglier tiré par un grand-père...),

— radiographies de dents,

— dents de lait et dents d'adultes,

— photographies et documents divers.

1.4.2. Matériel apporté par l'institutrice

— animaux vivants (poules, chats, lapin) et coq tué.

1.4.3. Matériel emprunté (ce matériel n'a servi qu'aux exercices complémentaires ou aux contrôles)

— 40 moulages dentaires de l'homme,

— divers crânes de mammifères ; crâne humain.

2. DEROULEMENT DE L'EXERCICE

Chacune des séances a comporté en général des activités par classe entière, des exercices individuels ou des travaux de groupes donnant lieu à une mise au point collective. Les périodes où la

maitresse est intervenue de façon directive ont toujours été encadrées par des périodes de recherche et d'activité libres ; il n'a pas été possible de relever toutes les productions des enfants ; le compte rendu décrit simplement comment l'action de la maitresse a été guidée par les renseignements fournis par l'écoute constante des enfants.

2.1. Choix du sujet et motivation

a) au cours de l'étude précédente sur la forêt, les enfants sont allés plusieurs fois dans les bois proches de l'école et ont réalisé dans la classe un coin nature intéressant. Ils ont constaté que les différents animaux mis en élevage ne se nourrissaient pas de la même façon ;

b) un accident : par ailleurs, dans la classe voisine, un accident est survenu : un oiseau (un serin) mis en cage est mort. L'examen de ses fientes a montré que les graines qu'il mangeait étaient presque toutes rejetées intactes. Cet événement suscite une certaine émotion et, sur la suggestion de la maitresse, les enfants décident d'étudier comment les animaux broient leurs aliments. Bien entendu, il n'est pas possible de les étudier tous : il faudra donc se limiter à quelques exemples.

2.2. Formulation du problème : comment se fait la fragmentation des aliments, condition préalable à leur utilisation ?

Pour le premier exercice, la maitresse a apporté en classe une poule et un chat vivants et un jeune coq tué. Les enfants regardent manger les deux animaux et échangent leurs impressions. La différence de comportement est évidente : la poule ramasse rapidement des graines qu'elle avale sans mâcher ; le chat au contraire, après avoir flairé le très gros morceau de viande crue, mâche longuement, une patte sur le morceau et la tête placée sur le côté.

Cependant la remarque d'un enfant intéresse aussitôt toute la classe : « pour la poule, les graines sont broyées dans le gésier ». Peut-on affirmer cela d'après ce que nous voyons ? Que faut-il faire ? On décide alors d'ouvrir le coq et d'examiner son tube digestif : le jabot contient des graines entières, mais le gésier — à parois très épaisses — est en

effet rempli de graines broyées et de petits cailloux.

La solution du problème apparaît bien alors : l'oiseau en cage rejetait des graines non broyées parce qu'on avait oublié de lui donner du sable. Peut-être est-il mort à cause de cela ?

La discussion s'engage ensuite sur la manière de manger du chat, le rôle de sa patte pour tenir le morceau de viande et l'importance de ce geste quand il retire sa tête pour arracher un petit morceau.

Les élèves en arrivent ainsi à parler de ce qu'ils font quand ils mangent : la décision est bientôt prise de consacrer une séance à mieux réfléchir à ces problèmes et les modalités pratiques de la séance suivante sont arrêtées.

2.3. Recherche des éléments de réponse chez l'homme

2.3.1. Les enfants prennent conscience de leur façon de manger

Pour cette séance, chaque enfant a sur la table un morceau de mie de pain, une croûte de pain sec, une pomme, une rondelle de saucisson, un verre plein d'eau, une soucoupe, un couteau, un caillou rond, une planchette.

L'institutrice propose alors deux séries d'exercices :

1) En se servant du couteau, du caillou comme pilon et de la planchette comme support chaque enfant doit couper un morceau de pomme, de mie fraîche, de pain sec et saucisson et les réduire ensuite en petits morceaux.

2) En mordant dans la pomme, en détacher un morceau avec les dents, le mastiquer soigneusement et prendre conscience des étapes de la transformation.

Même expérience avec la mie fraîche, le pain sec, le saucisson.

Dans tous les cas, expliquez le plus exactement possible ce qui s'est passé.

L'exercice semble facile et amuse beaucoup les enfants. Après un temps de travail individuel libre, on fait le bilan des constatations. Beaucoup de remarques intéressantes sont faites :

nécessité de rassembler les morceaux sur la planchette quand on écrase, rôle des dents du devant qui coupent, salivation, etc.

Mais la maîtresse pense que certains faits n'ont pas été analysés avec assez d'exactitude. Elle propose de mordre à nouveau dans la pomme puis dans le pain sec : des remarques complémentaires sont faites alors. En particulier, les enfants constatent que lorsque leurs incisives ne parviennent pas à couper, il est nécessaire de tirer avec la main pour déchirer.

Pour comprendre le rôle des lèvres, les enfants sont invités à boire sans prendre le verre à la main. En touchant leurs joues puis en appuyant les doigts au voisinage des tempes, ils constatent ensuite la contraction des muscles masticateurs. Ils font d'ailleurs beaucoup d'autres découvertes. Exemple :

« J'avais pourtant bien asséché ma bouche avec du buvard, mais après, en regardant le saucisson, l'eau m'est revenue à la bouche aussitôt » (l'exercice a lieu en fin de matinée et les enfants ont faim).

Les séances suivantes apporteront de nouvelles informations éclairant certains faits étudiés ce jour-là.

2.3.2. Les enfants observent leurs dents

Pour cela, la maîtresse leur propose de mordre fortement dans de la pâte à modeler. Les empreintes obtenues sont excellentes en général. Dans le cas contraire, il suffit de pétrir à nouveau la pâte à modeler et de recommencer. Les enfants interprètent leurs empreintes en même temps qu'ils observent leurs dents en ouvrant la bouche devant une glace qu'ils ont apportée.

Ils reconnaissent les diverses sortes de dents : les incisives situées en avant donnent une ligne sur la pâte à modeler, les canines situées de part et d'autre des incisives donnent une empreinte ayant la forme d'un point et les molaires au fond donnent des empreintes larges et bosselées.

Ils comprennent les rôles différents de leurs dents en fonction de leur forme et de leur situation dans la bouche.

Chaque enfant fait un dessin de ses empreintes. C'est en comparant leurs dessins que les enfants se sont rendu compte qu'ils n'ont pas tous le même nombre de dents. Ils sont tous intéressés par ce nouveau problème, parlent de leurs dents tombées et de leurs nouvelles dents (certaines en cours de croissance). Quelques-uns s'interrogent pour savoir s'ils auront encore de nouvelles dents. Pour répondre à leur curiosité, la maîtresse promet d'apporter à la prochaine séance des moulages dentaires d'un homme adulte.

2.3.3. Comparaison de la denture d'un enfant avec celle d'un adulte

Chaque élève a sur sa table deux très bons moulages dentaires d'un homme adulte, complets avec 32 dents. Ces moulages ont été réalisés en utilisant des moules de caoutchouc employés dans certaines écoles dentaires.

Les enfants savaient bien entendu que certaines de leurs dents étaient tombées et qu'elles avaient été remplacées par des dents nouvelles. Mais c'est l'étude comparée des moulages précédents avec les empreintes individuelles qui leur a permis de savoir combien de dents supplémentaires apparaîtront « au fond », au fur et à mesure que leur mâchoire s'allongera.

Pour répondre à leurs questions, la maîtresse doit expliquer par ailleurs que toutes leurs « dents de lait » seront remplacées et que de ce fait certaines de leurs dents actuelles tomberont dans les mois qui viennent. Elle leur conseille donc de surveiller leur bouche et à chaque événement nouveau, de refaire un dessin sans oublier la date.

L'observation des moulages dentaires permet beaucoup d'autres constatations sur la répartition des dents, la distinction entre prémolaires et molaires, etc. et en plaçant le moulage de la mâchoire supérieure sur la mâchoire inférieure, une meilleure compréhension du broyage des aliments. Thierry remarque alors : « Oui, mais, il ne suffit pas d'écraser. On a vu avec notre morceau de pomme écrasé par le caillou que ce n'était pas facile, car les morceaux s'écartent. Il fallait les rassembler ».

Ce rappel conduira à une discussion collective sur le rôle de la langue, des lèvres, des joues.

2.3.4. Préparation de documents - Recherches - Enquêtes

Au cours de cette étude et notamment dans les jours suivants, de nombreux enfants ont rédigé librement des textes (après recherches diverses ou questions aux parents) sur l'apparition des dents des bébés, la chute de leurs dents de lait, la pose des appareils dentaires, etc. Puis, il les ont illustrés...

Jean-Yvon a apporté une tête de porc entièrement nettoyée. D'autres, des radiographies des dents de lait, des mâchoires de divers animaux (lapin surtout).

Les deux tables placées au centre de la classe sont déjà bien fournies en documents divers. Tous les documents apportés sont consultés librement par les enfants.

Au début de la séance suivante deux enfants exposent les résultats de leur enquête. L'un d'eux au cours d'une émission de télévision a mal compris les paroles d'un homme âgé qui n'avait plus de dents ; il en conclut que les dents servent aussi à parler.

2.3.5. La formation des dents

L'institutrice propose à tous l'interprétation d'une diapositive. C'est la photographie des mâchoires d'un enfant de 5 ans, en vue latérale, avec ouvertures dans l'os pour présenter les bourgeons dentaires. Elle n'intervient pas, ne pose aucune question, ne donne aucun renseignement. Parmi les diverses remarques faites, citons-en quelques-unes :

- les dents sont enfoncées dans la mâchoire,
- on voit des molaires, mais tout au fond il n'y en a pas ; la mâchoire est nue,
- en haut on voit une molaire qui pousse,
- on voit les bosses des dents,
- on ne peut pas bien distinguer les molaires, des prémolaires,
- je me demande ce qu'il y a en haut à côté de la dernière dent,
- qu'est-ce que le rond en bas, au fond ?,
- on dirait une dent qui va pousser,
- c'est peut-être là que la dent se forme,

- je pense que la dent du dessous qui n'est pas encore sortie est un germe,
- on voit d'autres germes devant, là sous la canine,
- est-ce que c'est une mâchoire d'enfant puisque toutes les dents ne sont pas poussées ?

Et ainsi collectivement (les remarques des uns permettant aux autres de trouver autre chose) des notions importantes vont se dégager. Une fois de plus on constate que les enfants sont capables par eux-mêmes d'aller très loin dans les découvertes. Une équipe d'enfants est chargée de remplacer l'écran par une grande feuille de papier et avec des crayons feutres de tracer un croquis de l'observation faite.

Pendant ce temps les autres dessinent dans leur cahier d'observation des dents isolées. Il faut pour chacune d'elles reconnaître la partie qui était enfoncée dans la mâchoire et la partie visible au dehors de la gencive et bien entendu être capable de donner son nom exact. Certains font d'intéressantes observations avec la tête osseuse humaine placée sur la table centrale parmi les autres documents.

2.3.6. Observation de radiographies

a) Dents normales

Les radiographies apportées par les enfants sont à leur disposition sur la table centrale. Tous les ont plus ou moins regardées par transparence, sans beaucoup s'y attarder (c'est très petit et on y voit assez mal) jusqu'au jour où la maîtresse propose de les examiner un peu plus sérieusement. Pour mieux les voir, il faut les éclairer et les agrandir : elles sont placées entre deux plaques de verre et utilisées comme des diapositives. Aussitôt des discussions collectives permettent de les interpréter sans beaucoup de difficultés. On reconnaît « les incisives parce que le haut est carré » ; des « prémolaires avec les deux bosses », d'autres sont reconnues par leur position par rapport à celles qui sont identifiées par leur forme. Ces radiographies sont intéressantes pour les enfants : elles représentent les dents du père de Valérie, de la mère de Jean-Yvon... Il y a des problèmes cependant : « au milieu (d'une dent) on voit une ombre ». C'est l'observation de dents sciées en long qui permettra

de comprendre que l'ombre correspond à une cavité située au centre de la dent. Des découvertes étonnantes suivront :

- « alors, dans une molaire il y a 3 canaux et 3 nerfs ? » demandera Denis en observant une dent à deux racines,
- entre les dents, on voit des petits traits bien blancs,
- c'est peut-être le bord des os de la mâchoire,
- là, on voit bien l'émail.

Les enfants se rendent compte qu'ils sont capables de « lire » les différentes radios qu'ils ont apportées et ce travail les intéresse évidemment beaucoup. Après ce travail collectif, la maîtresse leur propose divers exercices individuels d'application. Chacun reçoit des radiographies convenablement choisies reproduites sur papier et doit les dessiner. Parmi ces radiographies l'une d'elles est particulièrement difficile : elle sera interprétée collectivement. Il s'agit d'une radiographie de mâchoire d'un enfant de 7 ans, avec des bourgeons dentaires, visibles sous des dents de lait dont les racines sont partiellement digérées. Dans une séance précédente, la comparaison d'une dent de lait et d'une dent définitive avait conduit un enfant à demander « Pourquoi les dents de lait n'ont-elles pas de racine ? ». Cette question jusqu'alors sans réponse trouve une solution partielle, du niveau des enfants.

b) Observation d'une radiographie de dents cariées et plombées

L'étude d'une radiographie de caries plus ou moins avancées permet au cours d'une séance d'aborder les questions d'hygiène et de soins dentaires.

Les enfants savaient tous, par oui-dire que certaines caries sont douloureuses et d'autres pas, mais c'est l'interprétation collective de la radiographie précédente qui fournira la réponse à ce problème.

Les remarques des enfants au cours de ce travail sont enregistrées sur mini-cassette :

- on voit une canine,
- on voit des taches blanches,

- on voit l'émail de la canine,
- on voit les canaux,
- les racines ne sont pas très droites,
- la dent qui a une grosse tache blanche est sûrement une prémolaire inférieure, car plus loin il y a une molaire et entre les canines et les molaires ce sont les prémolaires,
- peut-être que ces dents sont cassées,
- non, moi je ne crois pas, elles doivent plutôt être cariées,
- ce qu'on voit blanc, c'est sans doute le plombage,
- oui... oui... car c'est très dur, c'est pour ça qu'on voit blanc,
- ça doit être encore plus dur que l'émail puisqu'on voit beaucoup plus blanc, et les rayons ne traversent pas,
- je crois que la canine commence à se gâter, mais elle n'est pas encore plombée — on voit une ombre noire à gauche,
- l'autre prémolaire et la molaire n'ont qu'un petit plombage,
- quand la carie est moins grave, on fait un petit plombage, et quand la carie est grave, on creuse un grand trou...
- quand le dentiste doit faire un gros plombage, il met un pansement qui pique pour tuer le nerf,
- pour le petit plombage, il n'a pas creusé jusqu'à la pulpe dentaire,
- alors... une dent qui n'a plus de nerf, elle ne vit plus ?
- oui... et maman m'a dit qu'alors elles sont plus fragiles,
- c'est bien pour ça qu'il ne faut pas attendre qu'une dent fasse mal pour aller chez le dentiste,
- ce n'est pas agréable le dentiste et il vaut mieux qu'il nous soigne vite et sans tuer le nerf,
- et même ! quand les dents sont trop gâtées, il faut les couronner, ou les arracher et c'est pire,
- on peut aussi avoir des abcès à la racine.. et on risque des infections.

2.3.7. Observons les dents de quelques animaux

Toutes les séances précédentes ont beaucoup intéressé les enfants. Mais il y a maintenant de nombreuses têtes osseuses d'animaux sur les tables centrales. Des observations libres de certains élèves ont déjà permis de souligner certaines ressemblances (renard et vison malgré la différence de taille) et certaines différences.

Des élèves ont apporté sous forme de textes (illustrés ou non) des renseignements sur la vie de certains animaux de la forêt (20 textes sur le lapin de garenne et le renard, mais aussi des textes sur le sanglier, le chat sauvage, l'écureuil, la taupe, et même le renne). Ils ont parlé des régimes alimentaires et du rôle de certains animaux dans l'équilibre biologique (avec le lapin, le renard...).

La maîtresse a alors proposé de consacrer quelques séances à l'observation plus rigoureuse des diverses têtes osseuses apportées par les enfants ou mises à leur disposition. Et comme il n'est pas facile de regarder manger un lapin de garenne ou un renard, elle a apporté pour l'une des séances un lapin domestique et un chat (« c'est comme le renard, un mangeur d'animaux »). Elle donne une betterave au lapin et une souris grise au chat. La discussion collective qui suit permet de bien réfléchir aux problèmes posés par ces deux régimes alimentaires si différents. Le chat a facilement attrapé la souris grise, l'a tuée d'un coup de gueule derrière la tête et a aussitôt commencé à la manger. Sans plus de difficultés le lapin a commencé à manger sa betterave (et pourtant, à cause de la taille, « c'est plus difficile pour un lapin de mordre dans une betterave que pour nous de mordre dans une pomme »). Par ailleurs, il apparaît évident à beaucoup que ce n'est pas pareil de réduire en petits fragments, de la viande crue, de la betterave ou de l'herbe. Pour bien le faire comprendre à tous, l'institutrice demande aux différents groupes d'essayer avec des instruments divers (une paire de ciseaux, un couteau, une râpe à carottes, le caillou rond et la planchette...) :

— on peut râper une betterave, mais pas la viande crue,

— on ne peut pas écraser la viande,
— etc.

Cet exercice préliminaire à l'observation proprement dite des têtes osseuses a permis de poser les problèmes biologiques avec plus de rigueur et de mieux faire saisir les difficultés d'une alimentation herbivore ou carnivore (viande crue). Dès cet instant, observer de près les dents des animaux est apparu indispensable et de plus la compréhension du phénomène d'adaptation se trouvait préparée. (Bien entendu la vigilance s'impose pour éviter le finalisme qui apparaît à l'enfant une conclusion plus évidente que l'adaptation).

Au cours des séances suivantes les enfants observent et comparent les dentures du lapin, du chat, du renard, du vison... :

— les molaires du lapin sont très rugueuses. Quand on passe le doigt dessus c'est comme une râpe,

— il n'y a pas de canines chez le lapin,

— on dirait que les incisives du lapin ont été taillées,

— les petites incisives en haut (chez le lapin) sont comme un butoir.

Valérie W. et Valérie S. communiquent à toute la classe les informations qu'elles ont trouvées sur le mode de vie du vison dans la nature et en élevage. Les têtes de vison sont des objets intéressants à manipuler :

— pour les faire marcher, il faut bien mettre les deux petites barres dans la gouttière...,

— il (le vison) ne peut pas faire comme ça (imitation de mouvements latéraux de la mâchoire) parce que ses crocs l'en empêchent...,

— ses molaires ne se placent pas comme les nôtres...,

— etc.

La comparaison de la denture du lapin et de la denture du chat permet aux enfants de découvrir une notion essentielle : chez ces deux animaux, les dents servent à mastiquer la nourriture, mais elles ne sont pas semblables et ne « travaillent » pas de la même façon. Les dents du lapin conviennent bien à son régime végétarien ; celles du chat sont plus efficaces pour tuer une proie et manger sa chair que pour manger de l'herbe ou de la betterave. Par

II B fig. 1

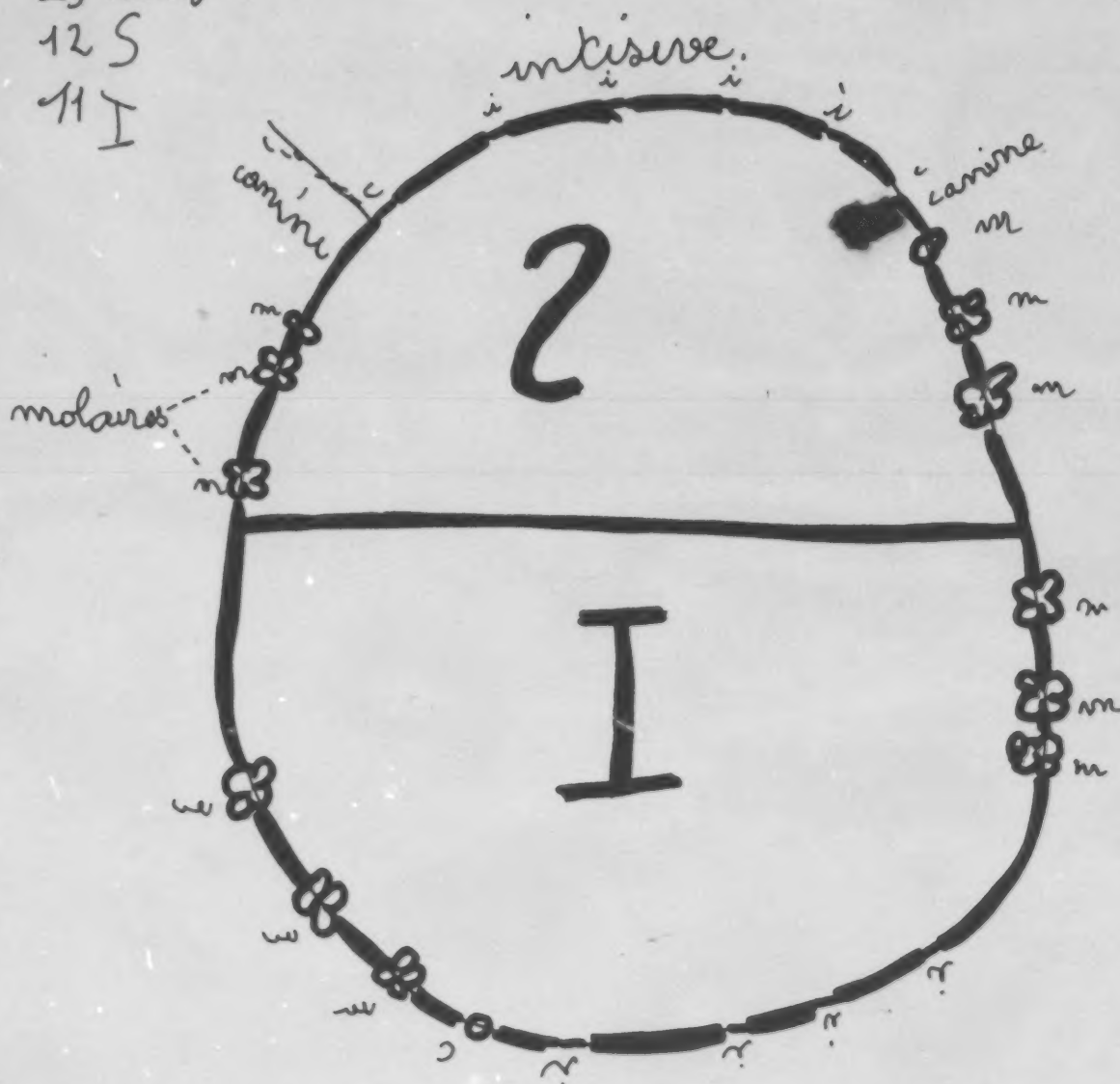
Frédéric

16/5/72

23 dents

12 S

11 I



ailleurs tous les carnivores observés ont des dentures semblables.

Parmi les documents apportés, des articles proviennent du journal local qui fait paraître tous les jeudis la photographie en couleurs d'un diorama du Musée de Sciences Naturelles d'Orléans accompagnée d'un commentaire (avec une carte d'identité détaillée de l'animal). Parmi ces documents, l'un présente le renard, l'autre le lapin de garenne, etc. La formule dentaire qu'on peut lire sur la « carte d'identité » intrigue plusieurs élèves. Ils en cherchent la signification. Quand ils l'ont trouvée, ils constatent que le journal a fait une erreur dans la formule dentaire du renard.

Il n'est pas possible de décrire par le détail les observations si intéressantes faites sur les têtes osseuses. Il n'était pas question d'épuiser le sujet en multipliant les observations. Il était au contraire souhaitable de se limiter aux documents apportés par les enfants puisqu'ils fournissaient des exemples suffisamment démonstratifs. Cependant, la capture d'une taupe dans un piège a fourni au bon moment une motivation inespérée pour l'étude de cette denture d'insectivore (la taupe morte a pris place dans la classe et les élèves ont observé à la loupe l'intérieur de sa bouche).

2.4. Formulation et contrôle de l'acquis

2.4.1. Cet exercice conduit d'une part à un acquis explicite sur des points précis, d'autre part à une sensibilisation à certains problèmes de biologie qui ne sera exploitée de façon systématique que plus tard.

a) Acquis explicite : les différentes sortes de dents, les différentes parties de la dent (émail, ivoire, pulpe). Le vocabulaire n'a été donné que lorsque la nécessité s'en est fait sentir au moment de la communication, mais il a été employé systématiquement par les élèves et de façon active sans imposition du maître.

b) Sensibilisation à certains problèmes biologiques :

— les élèves ont découvert le rapport entre régime alimentaire et denture et ils cherchent à l'établir lorsqu'ils se trouvent en présence

d'une espèce nouvelle ; de même certains ont découvert l'importance de la denture comme critère de classification ; mais la maîtresse n'a pas cherché à systématiser cet acquis,

— les enfants ont été invités à chercher un code pour représenter leur denture, mais la formule dentaire n'a pas été imposée ; elle n'a d'ailleurs pas été trouvée car l'exercice a porté sur les dentures individuelles (souvent différentes pour chaque 1/2 mâchoire) ; cependant lorsque les enfants ont eu à faire des recherches documentaires pour établir la carte d'identité de certains animaux, ils ont trouvé sans difficulté la signification de la formule dentaire classique.

2.4.2. Les traces de l'exercice dans le cahier de chaque élève (cf. planche couleur II B).

a) Certaines traces sont en rapport avec le travail collectif et déterminent le noyau de notions communes à la classe :

— dessin de quelques dents,

— fiche individuelle de la denture de l'élève suivant un mode de représentation choisi par lui,

— dessin résumant une interprétation collective de radio,

— texte élaboré en commun et recopié dans le cahier.

b) D'autre part le cahier de l'élève garde la trace de travaux personnels faits librement ou de certains travaux de groupe :

— dessins de dents de différents animaux,

— nombreux textes faits librement en dehors de la classe,

— éventuellement des notes : certains élèves savent déjà discerner dans un grand texte le court passage qui les intéresse.

2.4.3. Contrôle

a) Exercices de contrôle :

— interprétation individuelle de radiographies nouvelles,

— observation de têtes osseuses nouvelles ; ressemblances et différences avec les dentures déjà étudiées.

b) Contrôle en situation. Le meilleur contrôle se fait tout au long de l'année à l'occasion de la résolution d'un problème. Exemple : les élèves ont observé une musaraigne amenée par l'un d'entre eux ; ils l'ont d'abord prise pour un rongeur, mais ont renoncé à cette interprétation après avoir découvert que sa denture ne ressemblait pas à celle du lapin, mais à celle de la taupe.

3. OBSERVATIONS

3.1. Intérêt

La durée de l'exercice a été commandée par la nécessité de ne pas briser le besoin de découverte et d'explication qui assure l'éveil dans la classe. La motivation des enfants était entretenue d'une part par l'intérêt qu'ils portent à leur propre corps et d'autre part par le mouvement qui les porte vers les animaux vivants et qui entraîne à cet âge un besoin d'observation précise et d'explication. A aucun moment les enfants ne se sont bornés à appliquer de façon routinière une recette méthodologique et technique ; ils n'ont pas exploré de façon anarchique des domaines n'ayant aucun rapport entre eux ; la cohérence de l'exercice est un 2^e facteur qui explique la durée du thème.

L'intérêt que l'enfant porte à son propre corps aurait pu suffire à motiver un thème de durée plus courte, couvrant seulement une partie du domaine abordé.

3.2. Evaluation de l'acquis de l'exercice

Le bilan de l'exercice ne se traduit pas seulement par un acquis ponctuel qui a été vérifié, mais par le développement progressif d'une véritable attitude scientifique : curiosité qui se marque par des questions pertinentes ; précision et cohérence de l'observation qui se substitue à la vision poin-

tilliste étroitement mêlée à l'interprétation hâtive, désir de comprendre « voir comment ça marche », souci de confronter les interprétations personnelles avec les interprétations tirées des documents. Les parents signalent d'ailleurs un changement de comportement en dehors de l'école.

Comment expliciter cet acquis difficile à cerner par les exercices de contrôle traditionnels ? Ce problème a conduit à rechercher une grille d'indicateurs objectifs permettant de suivre l'évolution individuelle des élèves (cf. évaluation) en particulier dans le domaine de la formation de l'esprit scientifique.

3.3. Problème de la progression

Ne déflore-t-on pas l'intérêt du travail de 6^e en abordant le problème du régime alimentaire dès le C.E. 2 ; ne risque-t-on pas de donner des idées schématiques difficiles à rectifier (attribuer une fonction précise à chaque type de dent, lier a priori la denture à un régime alimentaire déterminé) ? La maîtresse a évité cet écueil grâce à 2 principes :

— par la distinction entre l'acquis formalisé de façon explicite (connaissance de la denture humaine en rapport avec les pratiques d'hygiène) et un domaine où les découvertes des enfants ne sont pas organisées avec la même rigueur (régime alimentaire et denture des Mammifères),

— par sa méthode : elle aide les enfants à résoudre un problème concret qu'ils se sont posés eux-mêmes ; il s'agit de trouver le support anatomique d'un mode de vie préalablement observé ; les comparaisons et classifications faites par les enfants eux-mêmes servent seulement d'outil à la pensée et sont constamment remises en question.

Grâce à cette initiation biologique les élèves pourront aborder de façon plus systématique le problème des régimes alimentaires en 6^e sans qu'ils risquent de s'égarer — comme c'est souvent le cas actuellement — dans des généralisations hâtives.

C. VERS LA DECOUVERTE D'UNE TECHNIQUE DE JAUGEAGE DE CUVE OPAQUE (C.M. 2, 19.2.n et 18.7.d)

1. GENERALITES

1.1. Durée de l'exercice : 2 h 15 mn

1.2. Objectifs

1.2.1. Technologiques : L'intention pédagogique était de réaliser une maquette expérimentale permettant d'expliquer le dispositif de jaugeage d'une cuve à vin opaque. Elle implique la réalisation des objectifs suivants :

- conception d'un dispositif théorique qui répond à la fonction demandée,
- invention d'une réalisation pratique à partir du matériel en vrac effectivement disponible,
- représentation du dispositif à l'aide d'un schéma, suivant des conventions librement choisies par le groupe,
- réalisation pratique du montage avec soin et précision (étanchéité, mesure).

1.2.2. Scientifiques :

— faire découvrir de façon approchée et empirique le principe des vases communicants (surface d'équilibre horizontale) afin d'arriver à formuler ce problème d'une façon précise, comprise par tous les enfants en vue d'une recherche expérimentale au cours de la prochaine séance,

— mesure de volume d'un liquide (récipients gradués ou pesée).

1.2.3. Généraux : Organisation du travail matériel à l'intérieur d'un groupe (la maîtresse n'intervenant qu'en cas de blocage et conflit ouvert).

1.3. Matériel

1.3.1. Matériel de la classe, répondant ou non à l'usage prévu et mis à la libre disposition des élèves :

- grands récipients : bocaux, flacons à ouvertures variées et de tailles différentes,
- tubes de verre, tubes de plastique, bouchons variés,
- entonnoirs ; éprouvettes et verres gradués de différentes tailles.

Dans l'exemple décrit (19.2.n) le matériel mis à la disposition était celui d'une salle de travaux pratiques du laboratoire de chimie de l'Ecole Normale ; mais cette expérience a été refaite dans une classe à partir de matériel entièrement collecté par les élèves (18.7.d) (bouteilles de plastique, verrerie récupérée chez les coiffeurs, etc.) à part les entonnoirs, les tubes de verre et les bouchons de liège (cf. 3).

1.3.2. Matériel d'écoulier : cartons, scotch, ciseaux, élastiques, règles millimétrées, papier blanc et millimétré, colorants.

1.4. Modalités du travail

— 5 groupes mixtes de 4 enfants ; chaque groupe disposait d'une surface de 3 m² avec eau et évier.

— Au cours du travail de groupe on a pu observer l'autoritarisme de certains enfants et le retrait de certains autres dont les idées étaient très saines, simples et mal écoutées.

2. DEROULEMENT DE L'EXERCICE

2.1. Point de départ et motivation

Visite du port de Quimper : fin décembre.

Les enfants ont été intrigués par la lecture du niveau du vin contenu dans des cuves en ciment sur un tube extérieur gradué en hectolitres de bas en haut et par celle du niveau du pétrole sur une échelle extérieure graduée en milliers de litres de haut en bas.

2.2. Formulation du ou des problèmes précis : réaction spontanée des élèves, au cours de la visite

1^{er} problème : celui des cuves à vin

1^{re} question

« Le tube gradué communique avec la cuve » : « mais on ne voyait rien », « la communication est-elle en bas, en haut, en bas et en haut ? ». Avis partagés. La majorité pense qu'il faut au moins une communication en bas.

2^e question

« Comment graduer un tube aussi fin en hectolitres ? », certains disent que « les hectolitres de vin sont dans l'énorme cuve et pas dans le tube », d'autres rectifient « il y a du vin dans le tube, on le voyait », d'autres pensent que c'est très simple, que le niveau du vin est le même dans la cuve et dans le tube, et qu'il suffit de graduer le tube et que c'est « normal qu'il soit gradué de bas en haut », d'autres ne disent rien ou répètent les paroles de l'informateur ; certains regrettent qu'on ne leur ait pas montré le dessus de la cuve.

2^e problème : celui des cuves à pétrole

Le niveau du pétrole se lit par l'intermédiaire d'un curseur, sur une règle extérieure graduée de haut en bas :

0 - 8

0 - 10

0 - 12.

Pour beaucoup d'enfants l'énigme est totale. 5 ou 6 imaginent qu'« avec un flotteur et un curseur » (mots prononcés par l'informateur)... et ils font le geste dissymétrique significatif : « c'est possible ». L'enfant qui se montre le plus affirmatif est celui qui n'a pas fait la visite au port pour raison de santé !

Conclusion et proposition des maitresses

On peut essayer de construire des maquettes en classe pour voir si toutes ces hypothèses sont vérifiables :

1^{re} semaine, 18 janvier : les cuves à vin,

2^e semaine, 25 janvier : les cuves à pétrole.

2.3. Etude du problème par les différents groupes

2.3.1. Le problème à éclaircir est posé sous cette forme

1) Chaque enfant dessine la cuve dont il a le souvenir le plus net. Ces dessins montrent la cuve, le tube vertical, le hublot de nettoyage. Le hublot est très précis, les extrémités du tube non précisées.

2) Les dessins des 4 enfants de chaque groupe sont confrontés, comparés et des souvenirs échangés entre les enfants du groupe. Les problèmes à résoudre sont énoncés par chaque groupe. Ils sont à peu près les mêmes dans les 5 groupes.

1. On va essayer de savoir où est fixé le tube.

2. On va essayer de graduer le tube.

3) Dans chaque groupe on essaie d'imaginer sommairement une réalisation possible en miniature.

2.3.2. Chaque groupe va réaliser une maquette qui permette de répondre à la 1^{re} question concernant les cuves à vins et qui matérialise sa conception du système

1) Le choix du matériel est très intéressant à regarder.

La prise de possession très instructive : 2 groupes ont tendance à prendre possession d'un très grand nombre d'instruments, pour choisir ensuite. Ils ne rapportent pas toujours sur le bureau ce qui ne leur est pas nécessaire.

Les autres travaillent plus méthodiquement, ont un ordre dans leur choix et se servent au fur et à mesure des besoins, font des échanges.

1. Le grand récipient qui servira de cuve. Hésitations - discussion - échange - analyse des possibilités offertes par les ouvertures des récipients, choix.

2. Un tube possible, 2 au plus.

3. Les raccords et bouchons.

Le choix des bouchons est laborieux.

4. Beaucoup plus tard, lorsque les enfants sont lassés de tenir les tubes, les supports ou rubans adhésifs nécessaires.

2) Le montage lui-même

— Une grande activité règne dans chaque groupe.

— Dans 3 groupes :

- 2 enfants sur les 4 prennent d'emblée la direction des opérations. Ils ont le matériel fondamental en main. Ce sont eux qui ont choisi les premières pièces : cuve et tube. (L'un des chefs de file n'a pas assisté à la visite mais dirige cependant les opérations avec autorité.)

- Les 2 autres enfants, en retrait, donnent un avis qui n'est pas toujours écouté et sont chargés d'aller prendre le matériel accessoire.

Ce n'est pas essentiellement une question de place car les enfants travaillent en bout de paillasse et 3 places sur 4 se valent.

— Tâtonnements, retours à une première ébauche...

— Nous ne faisons aucune suggestion. Nous sommes là, uniquement disponibles et manifestant seulement le plus grand intérêt pour leur travail, obligeant parfois des enfants laissés un peu en veilleuse à affirmer leur présence, faisant énoncer clairement les difficultés, les obstacles imprévus...

Les enfants n'hésitent pas à nous demander, « un système qui... », « un tube qui... », un bouchon, une pince qu'ils n'ont pas trouvés à leur goût dans la collection proposée. Ils sont très vite familiarisés avec nos nombreux tiroirs, placards étiquetés. Ils étendent leur domaine d'investigation dans les salles des laboratoires sans disperser leur intérêt pour l'appareil en construction.

— Pendant cette phase les enfants sont si absorbés par leur montage qu'ils ne s'occupent guère de ce que font les groupes voisins. Ce n'est qu'en fin de travail que la curiosité s'éveille et qu'un groupe (1) perd son originalité en abandonnant son système d'entonnoir de remplissage pour l'idée d'un groupe voisin (2) qui a utilisé un tube à entonnoir jugé plus élégant et mieux adapté à cet usage.

— En 1 heure 15, 4 appareils sont réalisés - Le cinquième tarde un peu, gêné par des fuites d'eau au niveau d'un bouchon.

Remarque : seule l'eau colorée a servi aux expériences de remplissage. Le vin n'a tenté personne. Réserve « pour la fin » il sera finalement considéré comme inutile.

5 solutions sont proposées dont 3 plus ou moins voisines.

2.3.3. Expérimentation

Existe-t-il une relation entre le niveau de l'eau dans la cuve et le niveau de l'eau dans le tube ?

Expériences nombreuses : les 2 niveaux montent simultanément. Le ton monte aussi. Les enfants sont persuadés que les niveaux sont à peu près les « mêmes » mais éprouvent de grandes difficultés à le vérifier.

Ils utilisent une règle grossièrement tenue horizontalement à la main. « Ça va à peu près », « non tu baisses un des bouts »...

Peu à peu la technique s'améliore :

- 1 groupe utilise un élastique tendu sur un écran vertical et placé en coïncidence avec les 2 niveaux. L'erreur d'appréciation est telle (parallaxe) qu'aucune conclusion ne peut être tirée.

- 1 groupe utilise la table comme repère et tente de mettre 2 règles plates millimétrées en position verticale. L'une près de la cuve, l'autre près du tube..., etc., grosses difficultés..., lassitude de la majorité...

2.3.4. Schématisation - 1^{re} phase

Nous les arrêtons avant qu'ils ne se lancent dans la graduation pour leur demander de dessiner le système réalisé, système qui semble bien répondre à la première partie du travail.

N.B. : Aucun enfant ne songeait à le faire — nous l'avons demandé car les enfants commençaient à accumuler tant de matériel accessoire autour de la maquette qu'elle devenait méconnaissable. Un temps de réflexion s'annonçait en outre nécessaire avant la graduation.

Le dessin de la maquette

Chaque enfant fait son schéma (p. 60, 61, 62).

1^{er} problème : celui de la place de l'observateur

Où se placer pour faire son dessin ? les paillasses sont étroites. L'appareil est installé en bout de table. Les enfants qui ont pris les premières initiatives, s'installent en bonne position, face au modèle, les autres sont relégués sur les côtés d'où la perspective est délicate. Nous leur proposons le choix d'autres places : sur les paillasses parallèles aux tables d'exécution... notre proposition leur semble inutile mais au cours de la 2^e séance ces places de dessinateurs seront occupées d'emblée et les 4 s'y installeront : le recul (1,50 m) est suffisant pour avoir une élimination de détails, ce qui facilite la schématisation et limite le privilège des places centrales. Il n'est pas trop grand pour que les bouchons, raccords... se voient bien.

2^e problème : la schématisation elle-même

Du dispositif au dessin, voire au schéma...

Les attitudes sont diverses.

1) Les uns commencent par dessiner la cuve, puis l'ensemble tubes, raccords.

Ils finissent par mettre le liquide coloré et une ligne de niveau, suivant ainsi l'ordre de la conception et du montage de l'appareil.

2) D'autres commencent par l'écran, le papier rayé qu'ils ont fixé sur l'écran...

Ils se justifient en disant que « dans un dessin on commence toujours par le fond »,

« qu'ils n'ont pas tous une règle » et « qu'ils se la passent » (le problème de la schématisation est difficile car les enfants disposent d'une feuille blanche),

« que c'est plus commode de mettre l'appareil devant l'écran » que l'écran ensuite derrière l'appareil !

Nous obtenons tous les degrés du dessin au schéma ; sur tous, figure la propriété très mal établie par leur expérience : une ligne droite, ou un trait pointillé plus incertain passant par

les surfaces libres du liquide est parallèle à la table.

2.3.5. Graduation

1) La 2^e partie du travail est réénoncée : « on doit lire sur le tube le volume du vin contenu dans la cuve », « Il faut graduer le tube ». C'est la 2^e formule qui séduit la majorité.

Par chance sur aucune des cuves choisies, aucun tube n'est gradué.

2) Après un moment de perplexité et de discussions, le travail démarre. Il est plus échelonné que le premier.

Le groupe 5 va chercher une éprouvette graduée du calibre de son tube, reproduit la graduation sur un papier qu'il découpe et fixe à l'aide d'anneaux de caoutchouc sur son tube.

Après avoir constaté que son système est mauvais, il tâtonne longuement avant d'imaginer une graduation progressive, autonome.

L'espace nuisible au bas du flacon pose des problèmes difficiles à résoudre. Il faut verser 670 cm³ pour que le liquide apparaisse dans le tube et la graduation n'a pas de zéro, elle débute à 700.

Le groupe 4, le dernier prêt en fin de montage est le premier à verser dans la cuve des volumes connus de liquide (mesurés à l'aide d'une éprouvette graduée de 1 000 ml).

Il regrette d'avoir un espace nuisible et un tube de caoutchouc trop long et un ajustage placé trop haut. La graduation n'aura pas de zéro comme celle vue au port. Elle démarre à 700 ml.

Ils fixent un papier derrière le tube à l'aide de ruban adhésif et y inscrivent progressivement les quantités versées.

Leur bouchon n'est malheureusement pas étanche et ils perdent du temps à bloquer les fuites avec de la pâte à modeler. Ce sont 2 filles qui prennent l'affaire en main.

Le groupe 1 entreprend de remplir sa cuve : il choisit une grande éprouvette de calibre voisin

de celui de sa cuve (flacon laveur), y met une réserve de 500 ml d'eau et essaie de verser progressivement 100 ml, puis 100 ml... dans l'appareil à graduer. Devant la difficulté il vide le tout et recommence en versant 10 ml mesurés séparément puis encore 10 ml, etc.

Ils inscrivent 10, 50, 100 sur un papier rayé fixé sur un écran placé derrière l'appareil, puis 200, 300, 400 ml.

C'est le chef manifeste du groupe qui inscrit les valeurs (il se trompe d'ailleurs en inscrivant les valeurs près de la cuve et non près du tube).

Le 2^e le surveille et le critique lorsque les indications 100, 200, 300 ne sont pas équidistantes « les graduations doivent être égales comme au Corniguel ». Les 2 filles qui ont accepté d'être au deuxième plan pendant la 1^{re} phase sont chargées de la manipulation de l'eau : robinet, éprouvette...

Le groupe 3 guidé par 2 des garçons a vite compris le principe. Seul le volume nuisible du bas les a préoccupés quelques minutes. Ils se demandent en outre si le liquide du tube est compté dans le jaugeage. Les valeurs sont inscrites sur papier trop éloigné du tube — discussions.

Le groupe 2 est perplexe et comprend mal le problème — tâtonne longuement pour aboutir à la graduation 175 - 230 - 285 - 340 - 450 - 505, versant progressivement le liquide par fractions de 55 cm³.

3) Vérification : en cachant la cuve.

Le groupe 1 s'aperçoit de son erreur, mais, sans s'inquiéter, fait subir une translation à son papier. Seul un des dessins de ce groupe figurera correctement la graduation du tube, sur un autre, l'erreur primitive sera corrigée ; sur les deux derniers, les volumes seront écrits près de la cuve.

2.3.6. Mise en place de la graduation sur les dessins

Erreurs de certains qui inscrivent la graduation près de la cuve.

2.4. Bilan de l'exercice par classe entière

2.4.1. Exposition des modèles accompagnés des 4 schémas

Analyse comparée le long de la travée centrale, face au public des enfants qui circulent dans l'allée.

• Successivement les groupes présentent leur dispositif qui sont sévèrement, *très sévèrement*, analysés par les 4 autres : entrent en ligne de compte :

montage - élégance - graduation : inscriptions, choix des valeurs - incertitudes par erreur de parallaxe, schémas.

Finalement :

Le montage n° 1 est jugé bon malgré l'erreur de mise en place de graduation sur deux dessins.

Le montage n° 2 est le plus élégant mais la graduation est trop compliquée à lire. Un dessin est incomplet.

Le montage n° 3 est jugé simple mais le tube coudé supérieur semble inutile.

Défense : ce coude était, paraît-il, initialement destiné à ramener dans la cuve un excès de vin. Il s'était révélé ensuite inutile ; mais le raccord adhérent trop au tube il avait été impossible de l'enlever. En outre, ce groupe trouvait ce système original.

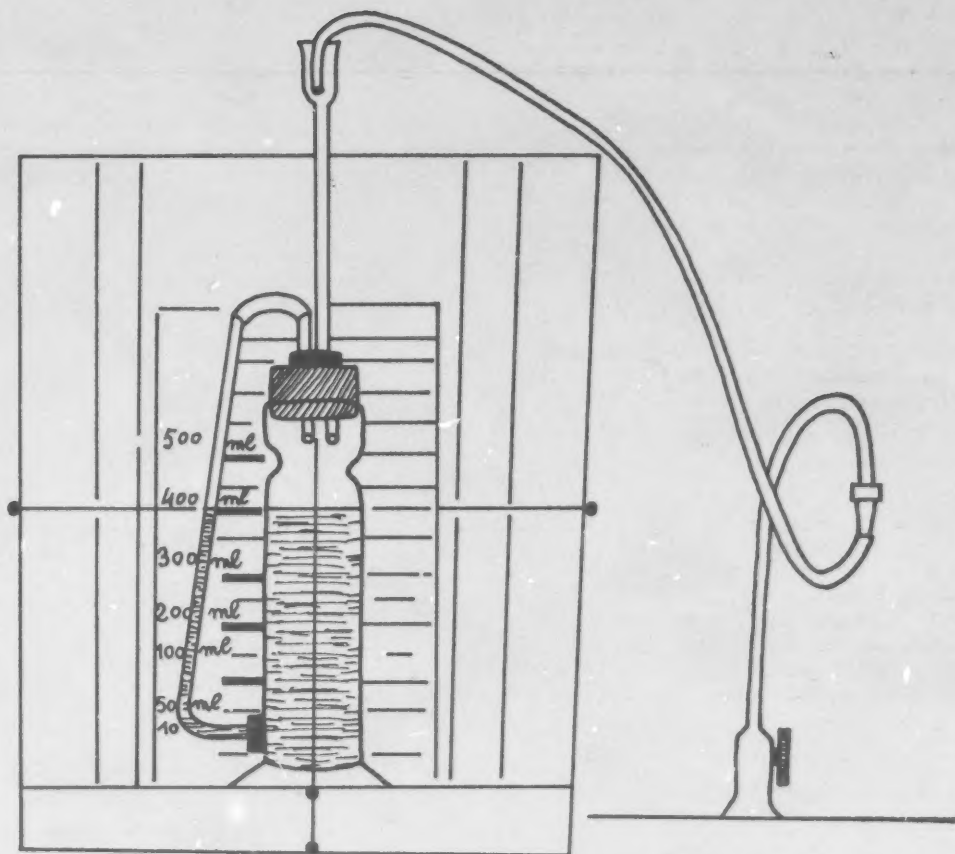
Le montage n° 4 est jugé le plus simple et le plus précis, la graduation n'introduisant pas d'erreur de lecture. Il aurait eu la palme si le tube avait été collé à la cuve et si le bouchon avait été parfait.

Le montage n° 5 est simple mais le tube est trop éloigné de la cuve. Les nombres inscrits sont « commodes ».

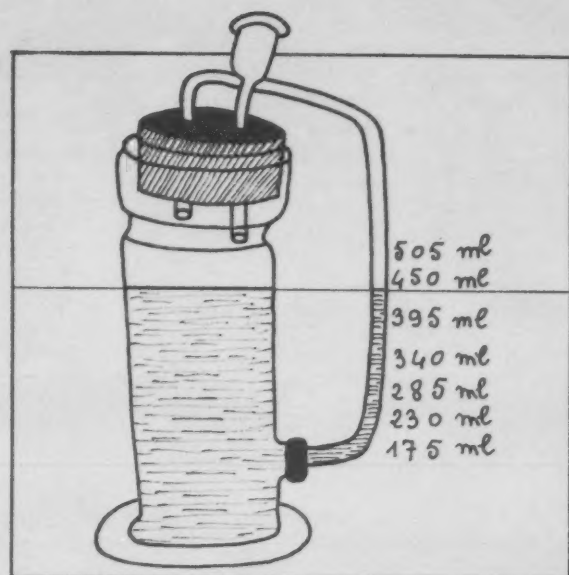
II c - JEAUGEAGE

MAQUETTE D'UNE CUVE A VIN
DES CHAIS DU CORNIGUEL

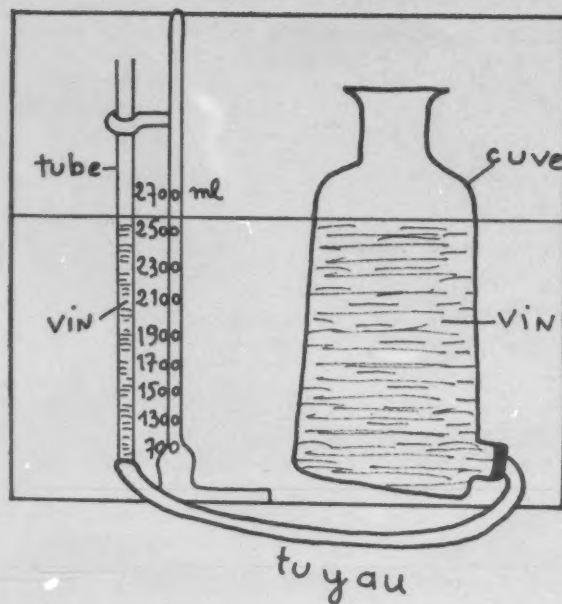
Groupe 1



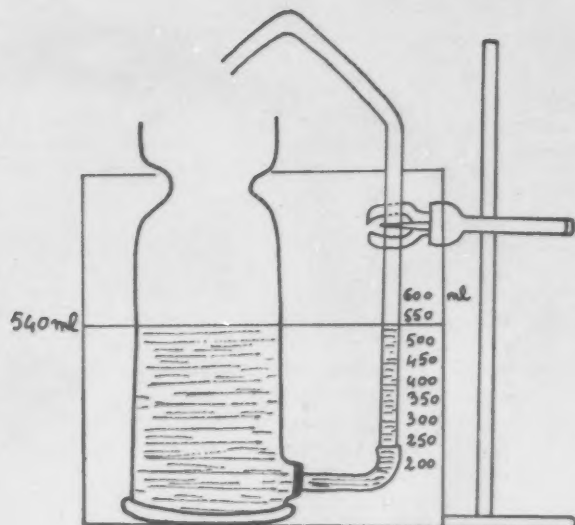
Groupe 2



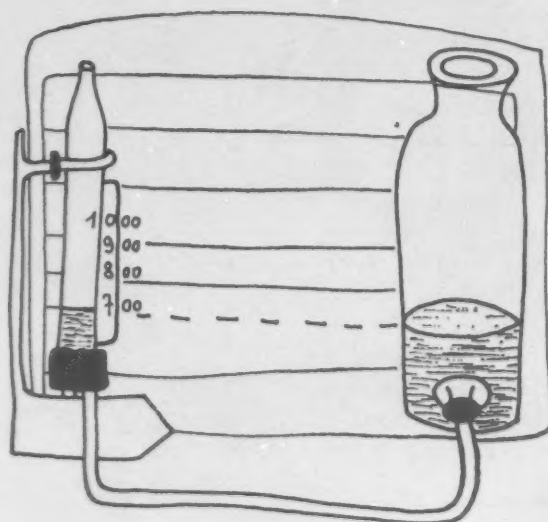
Groupe 4



Groupe 3



Groupe 5



2.4.2. Conclusion

La réponse à la question soulevée au cours de la visite est donnée par les enfants, le tube des cuves du chais doit être en communication avec la cuve le plus bas possible. Il peut être ou non en communication avec le haut.

2.5. Suite de l'exercice

2.5.1. Une étude portant sur les vases communicants a suivi l'exercice dans la semaine.

2.5.2. Une autre séance relative à la graduation des cuves à pétrole (par système flotteurs, poulie, contre-poids...) a eu lieu le mercredi suivant et a permis une comparaison des systèmes : le système du tube ayant été déclaré le plus simple, il nous est permis de penser que le principe du dispositif est compris.

2.6. Le sujet faisait partie d'un thème plus vaste

- 1) Classe de mer.
- 2) Port de Quimper.
- 3) Vin,
pétrole, charbon,
bois,
sable.

Etude du vin :

- importations, réserves, distribution, géographie,
- alcoolisme, hygiène.

Etude du mazout :

- propriétés physiques et chimiques,
- origine, géographie,
- technologie du jaugeage des cuves.

Le commerce des sables et de bois est remis à plus tard.

3. VARIANTES DE L'EXERCICE

Il a été repris avec du matériel collecté par les élèves dans plusieurs C.M. à partir de points de départ différents (petite cuve à mazout à jauge hydraulique, réservoir d'eau de la caravane). Les élèves ont utilisé le plus souvent des bouteilles de matière plastique percées à l'aide d'un fer chaud, soudées par des bandes scotch renforcées par un collage de bandes plastiques, les raccords sont très divers (tétines de caoutchouc, pâte à modeler...).

Certains ont utilisé différents types de niveaux pour vérifier la correspondance des niveaux de l'eau ; beaucoup de groupes ont découvert seuls que la pression devait être la même à l'intérieur et à l'extérieur de la jauge.

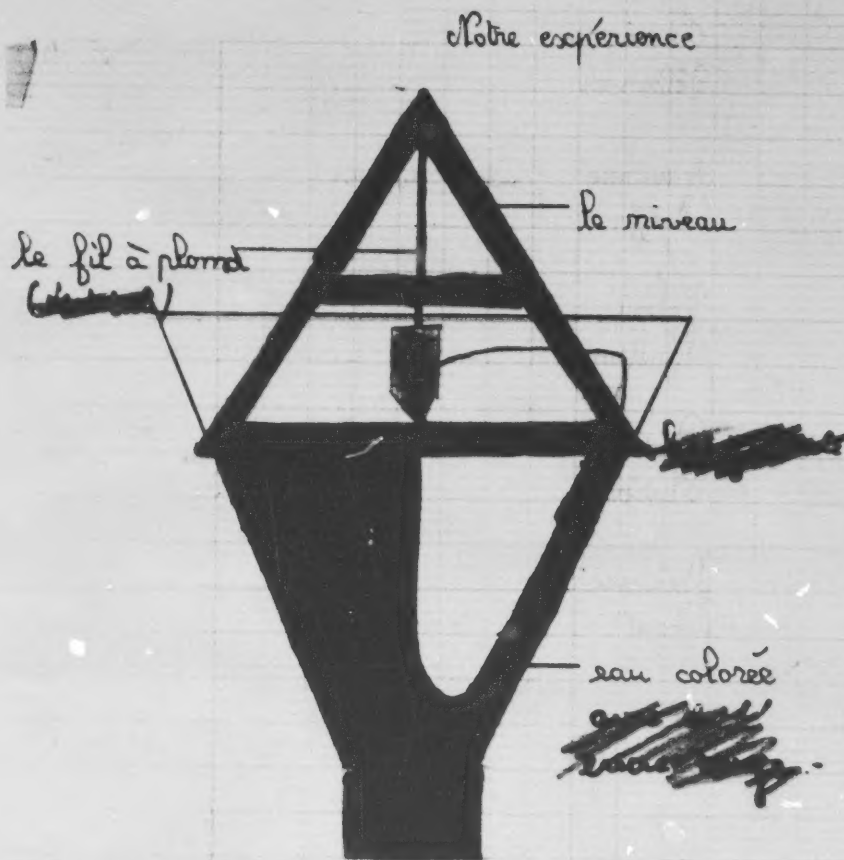
(Planche II 2, fig. 3)

4. CONTROLE DE L'ACQUIS

4.1. L'évaluation des objectifs technologiques a été faite au cours de l'exposition des modèles accompagnés de schémas ; les exercices de construction ont permis d'entraîner les élèves à l'évaluation objective et à l'auto-évaluation.

4.2. L'exercice ne constitue qu'un premier palier dans la réalisation de l'objectif scientifique : la surface d'un liquide au repos est horizontale quelle que soit la forme du récipient sauf si elle est très étendue (mer) ou très petite (section d'un tube).

Nous avons essayé d'établir ce principe dans 2 types de classes : dans le 1^{er} groupe le problème de l'équilibre hydrostatique était abordé directement et établi principalement à partir de démonstrations expérimentales du maître, dans le 2^e cas la classe avait été préparée par l'étude d'un problème technique (système d'irrigation d'une propriété, fonctionnement d'une écluse, construction d'une jauge) ; cette étude pratique avait permis de formuler le problème scientifique abordé d'abord par le biais du tâtonnement expérimental avant d'être formalisé au niveau de la classe. Des exercices de contrôle



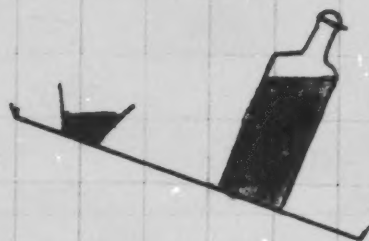
Pour imiter la ^{curve} à mazout nous
avons pris le haut d'une bouteille
de javel.

L'eau a été teintée par de l'encre
rouge. Quand on verse de l'eau
dans la bouteille, le tube est
rempli à la même hauteur que
l'autre partie. Le tube remplace
le tuyau de la curve à mazout
qui nous donne le niveau de
l'eau.

PETIT.BAIN

GRAND.BAIN

PISCINE



Bal dans le buffet



Musique, avec la musique ! Boh, tarte, verre... s'immobilisent.
Passe le vin, le café dans ces joyeux réceptifs

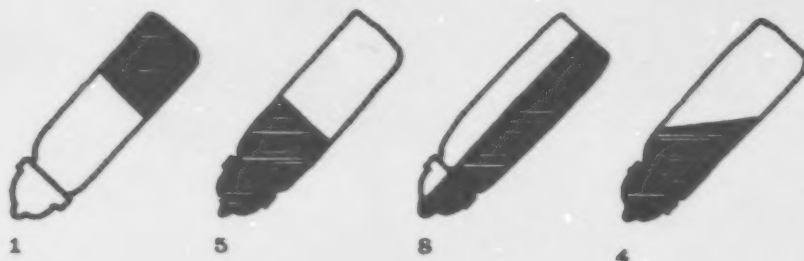
comparables ont été effectués une semaine après l'exercice.

(Planche II C, fig. 4)

L'étude directe du problème a donné des résultats décevants même dans le cadre d'une classe active car les élèves n'arrivent pas à se dégager de la per-

ception immédiate pour se reporter à des repères universels (droite verticale et plan horizontal). L'épreuve du biberon a donné par exemple les ré-

sultats suivants pour un groupe de 18 élèves :
Bébé va boire le biberon qu'on lui a préparé ;
dessine le lait dans le biberon :



Le nombre des échecs est beaucoup plus faible lorsque le problème scientifique est posé par les

élèves eux-mêmes à partir d'un cas concret (10 à 20 % d'erreurs).

D. LA VIE DE L'ESCARGOT (C.M., 16.3.c)

1. GENERALITES

1.1. Cadre de l'expérience

C.M. 1 - C.M. 2 mixtes de milieu urbain (banlieue parisienne) : 24 élèves : 15 filles, 9 garçons dont 15 en C.M. 2 et 9 en C.M. 1. Classe en préfabriqué dans cour assez vaste ; tables mobiles, rideaux noirs.

1.2. Objectifs

L'intention pédagogique initiale était de faire découvrir chez un animal très différent de l'homme les fonctions caractéristiques du vivant et d'analyser leur support ou leurs modalités spécifiques. Elle a permis d'orienter la démarche constamment soutenue par les intérêts des élèves vers la réalisation d'un certain nombre d'objectifs non prévus à l'avance mais qui résultent de la nécessité d'appliquer une règle du jeu rigoureuse pour résoudre les problèmes posés.

1.2.1. Objectifs conceptuels (précisés en 2.4.1.)

a) L'escargot présente les fonctions caractéristiques de la vie animale : alimentation, respiration, sensibilité, motricité, reproduction ; mais ces fonctions s'effectuent suivant des modalités spécifiques et sont parfois difficiles à voir (lenteur de la croissance...).

b) La coquille, bien que non vivante, appartient à un individu et caractérise un certain type d'organisation ; elle grandit avec l'individu ; elle est sécrétée par l'animal.

c) Le comportement des animaux est orienté par certains facteurs du milieu (lumière, humidité, présence de certains aliments pour les escargots étudiés).

1.2.2. Objectifs méthodologiques

a) Méthode expérimentale, en particulier séparation de variables indépendantes : imaginer les facteurs possibles, analyser les facteurs dis-

tincts dans une situation globale, inventer une expérience permettant de faire varier un seul facteur, critiquer les résultats obtenus.

b) Mesure : inventer des procédures permettant de mesurer des phénomènes très lents (vitesse de déplacement de l'escargot, croissance d'une coquille), interpréter les fluctuations.

1.2.3. Acquisition de techniques

a) Conduite d'un petit élevage.

b) Recherche de différentes techniques permettant de mesurer un objet de forme irrégulière (cales, pied à coulisse).

1.3. Moyens

1.3.1. Matériel

— Escargots vivants et coquilles d'escargots.

— Boîtes d'élevage diverses : pot de fleur, bocal de verre, caissette fermée par du tulle ou du grillage de garde-manger.

— Nourriture apportée par les élèves (déchets de légumes, son, lait en poudre).

— Vitres, vernis à ongles, pied à coulisse.

— Projecteur de 8 mm.

1.3.2. Documents

a) Documents utilisés pour la préparation par la maîtresse :

— Textes et documents pour la classe : D.C. 115 (10-5-62) L'escargot ; T.D.C. 96 (14-9-72) L'escargot.

— Livre de 5° : Bournérias Pomérol, Nathan éditeur.

— J. Cadert. Les escargots. Edition Lechevalier.

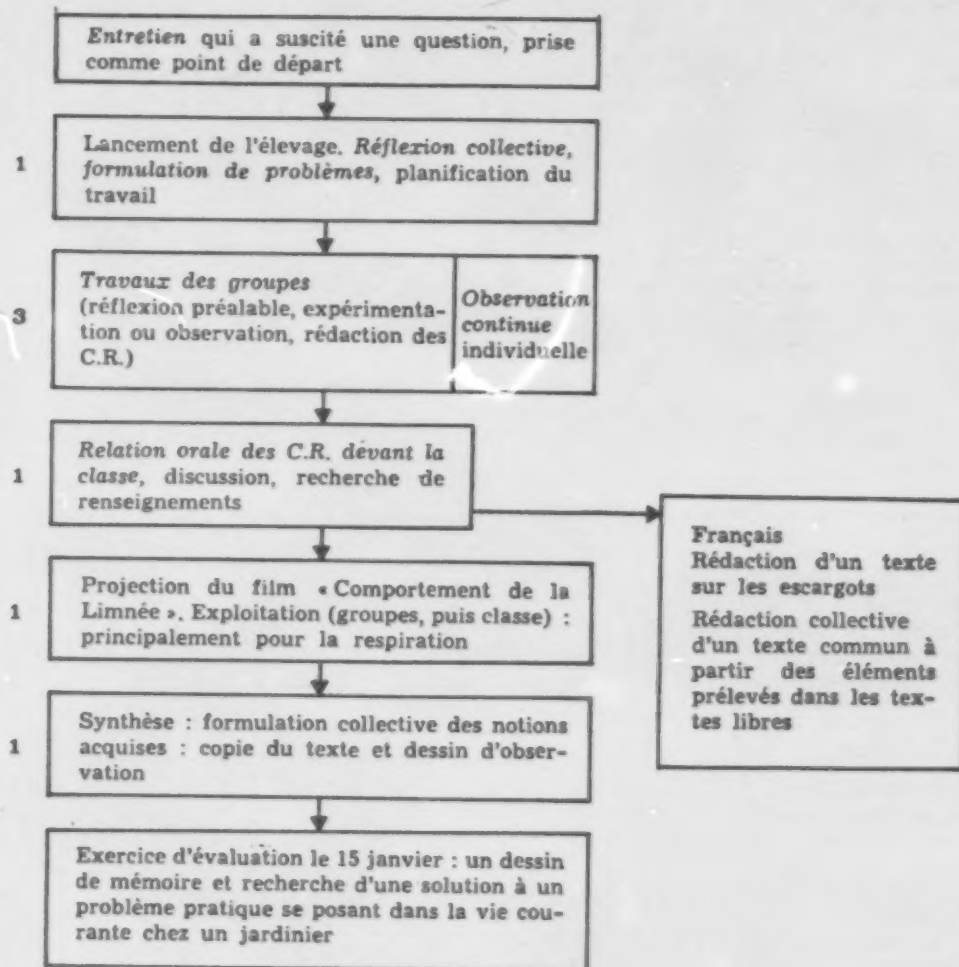
b) Film de 8 mm « Comportement de la limnée », I.P.N. (le film de 16 mm « L'escargot des vignes » n'a pas pu être projeté).

2. DEROULEMENT DE L'EXERCICE

2.1. Durée de l'exercice

— Durée : de la Toussaint au 6 décembre 1972, environ 10 heures.

— Nombre de séances : l'entretien au cours duquel a germé le sujet n'est pas pris en considération - 7 séances de durées diverses et une observation continue libre. En voici la répartition chronologique.



2.2. Formulation des problèmes à partir du vécu des enfants

2.2.1. Le point de départ

Trois données sont intervenues : une présentation dans l'école d'animaux vivants par une

équipe itinérante agréée par l'Education nationale, une exposition dans la classe de coquilles apportées par des élèves à la rentrée, une émission de télévision suivie à la maison par de nombreux élèves et concernant le Bernard-l'Ermite.

Lors d'un entretien organisé par la maîtresse après la présentation d'animaux, on a cherché à les classer ainsi que quelques espèces fréquemment rencontrées. C'est alors qu'on a buté sur le cas des « coquillages » (coquilles) présents dans la classe. Chacun sait bien que les coquilles peuvent contenir des êtres vivants, mais une grande incertitude apparaît quant à leurs relations. Certains ne voient dans les « coquillages » que des choses trouvées, comme des galets au bord de la mer et où des animaux se logent occasionnellement, comme le fait le bernard-l'ermite. Le cas évoqué de l'escargot ne gêne pas un élève qui affirme : « c'est une limace qui rentre dans des coquilles de plus en plus grandes et donne des escargots de plus en plus gros ». Deux enfants ne sont cependant pas d'accord : l'un dit avoir appris que « l'escargot est attaché à sa coquille comme la moule, on lui a montré la trace de son attache » ; l'autre pense que « les escargots naissent ou bien petits ou bien gros » ce qui rend inutile le changement de coquilles.

Pour savoir à quoi s'en tenir, on décide de regarder vivre des escargots dans la classe.

2.2.2. Formulation des problèmes

Ils ne se sont pas limités au rapport coquille-escargot.

— Les uns se sont posés pour réaliser l'élevage : comment se procurer des escargots vivants ? Comment les faire vivre en classe ?

— Les problèmes dont l'élevage permet l'étude ont été plus systématiquement examinés dans un entretien collectif dirigé par la maîtresse :

• Ceux qui se trouvaient posés dès le départ :

L'escargot change-t-il de coquille ? comment le vérifier ? Il est entendu que le fait d'y être fixé ne prouve pas qu'il la garde, car il peut s'y attacher temporairement.

Si l'animal garde sa coquille et s'il grandit (comme nous), sa coquille grandit-elle ? Comment le constater ? des suggestions sont faites (repérage, mesure, pesée).

Comment se forme-t-elle ?

• Ceux qui concernent d'autres aspects de la vie et qui sont liés au fait même qu'on a placé les escargots en cage, dans la classe : *que leur donner à manger ? ont-ils des préférences alimentaires ? les conditions de la classe (lumière, air sec et chaud) leur conviennent-elles ?* Cette dernière question ne se posait pas aux élèves ; par contre d'autres ont été spontanées : *comment marche-t-il ? comment mange-t-il ? est-ce qu'il respire ?* Ce qui concerne l'épiphragme, nommé ici opercule, n'a intrigué que plus tard.

— Aucune question n'a été soulevée au départ concernant la forme, l'organisation. La tâche ayant été répartie entre les groupes, deux équipes ont été réservées pour la découverte de ce qui concerne l'animal et sa vie et qui n'aurait pas été attribué aux autres équipes.

2.3. L'étude des problèmes par la classe

2.3.1. Les conditions matérielles

— Six équipes ont été constituées par affinités, dès le début de l'année. Elles ont travaillé comme telles pendant plusieurs séances ou phases de séquences. Le travail individuel a aussi trouvé sa place dans l'observation libre, au cours des exercices ou en dehors de la classe. Le travail collectif s'est situé dans l'entretien conduisant à la formulation des problèmes, la synthèse et, pour une part, dans l'exploitation du film sur la limnée.

2.3.2. Les problèmes pédagogiques posés

— *Observation* : La curiosité indispensable est manifeste. S'il y a des cas d'imprécision (point de sortie des déchets), l'observation est généralement minutieuse et peut se traduire de façon heureuse : « une humidité collante », « comme de la colle scotch », pour le mucus ; « une toile blanchâtre », « épaisse et opaque » pour la voile d'hibernation.

L'observation comparée est spontanée ; c'est ainsi que l'escargot sert de référence lorsque les élèves formulent leurs remarques après la projection du film sur la limnée. L'observation dynamique des comportements est beaucoup plus riche que l'observation statique de l'orga-

nisation ; par exemple l'idée ne vient pas de comparer le nombre de spires chez des petits gris de tailles différentes, observation qui apporterait pourtant un argument en faveur de la croissance de la coquille...

Pour certains « la coquille grandit toute seule », « avec sa propre matière », peut-être dans l'esprit de l'enfant qui l'affirme, à la manière d'un ballon de baudruche, en se dilatant. Sans doute faudrait-il que la disposition des stries inspire une hypothèse sur la zone d'accroissement pour que l'on songe à marquer le bord ; la maîtresse a dû intervenir pour cela.

L'interprétation est parfois hâtive et traduit un finalisme anthropomorphique que l'on remarque non seulement dans l'expression orale mais aussi dans les notes écrites des groupes :

« l'escargot aime se pendre à la mousseline »,
« l'escargot aime assez souvent l'obscurité »,
« leur jeu préféré c'est de monter dessus l'un sur l'autre »,

« ils sont craintifs et ils se recollent l'un à l'autre »,

« ils auraient grossi davantage s'ils avaient été élevés par leurs parents ».

La maîtresse n'impose pas la formulation de l'adulte mais cherche à obtenir plus de précision et d'objectivité par la confrontation des points de vue qui conduit à une expérimentation (cf. suite).

A l'issue de cette dernière les enfants ont la possibilité de prévoir à l'avance l'action d'un facteur donné sur le comportement de l'animal, ils s'appuient de plus en plus sur la relation causale découverte et non sur l'intention présumée de l'animal.

— *Mesures.* Elles sont évidemment indispensables pour mettre en évidence la croissance. Les élèves proposent tout de suite de mesurer des dimensions, de peser aussi sans se rendre immédiatement compte qu'on ne peut peser que l'ensemble coquille-corps et que, partant de l'état de jeûne, l'ingestion d'aliments peut, sur un temps court, fausser les conclusions.

Pour mesurer c'est le décimètre qui est proposé, la découverte de certaines nécessités précède l'offre du pied à coulisse par la maîtresse,

qui intervient aussi pour faire définir l'endroit où seront toujours faites les mesures.

Les résultats trouvés donnent lieu à discussion lors du compte rendu ; la dimension repérée apparaît constante ou présente une différence inférieure au millimètre que l'on considère comme non significative. La déception ressentie s'efface lorsque la maîtresse provoque l'interprétation « d'une croissance très lente, si elle a lieu » ; cela inspira le projet de faire de nouvelles mesures beaucoup plus tard, dans deux ou trois mois. Une hypothèse est par ailleurs avancée « peut-être que la saison a une action sur la croissance ».

— *Expérimentation.* D'eux-mêmes les élèves proposent de vérifier le changement éventuel de coquille, en mettant des coquilles vides marquées avec les escargots vivants.

Par contre, il n'y a pas d'idée expérimentale spontanée pour voir comment elle se fait ou se répare. Il faut les amener à faire une brèche, intervention qui leur répugne (ils ont donc le respect de la vie). Mais ce qui se passe est bien vu et donne lieu à une approche assez satisfaisante du phénomène ; ayant vu du liquide par la brèche et ayant d'abord craint d'avoir blessé l'animal, ils voient apparaître la pellicule, du liquide au-dessous (qu'ils aspirent avec du buvard), de nouveau la pellicule qui s'épaissit... et ils disent « c'est l'escargot qui donne ce liquide comme nous la salive » (sécrétion) et c'est par le liquide que se refait la coquille. Il reste à la maîtresse à compléter l'explication et à faire comparer par l'expérience la nature de cette matière solide à celle d'une roche calcaire.

Faire des essais pour déceler les préférences ne leur pose au départ aucun problème. Mais il en apparaît notamment lorsqu'une équipe trouve à la fois des escargots sur la laitue à la lumière vive et sur des trognons de choux dans la pénombre ; ils sont troublés par l'absence de similitude dans le comportement. Une hypothèse « c'est peut-être qu'ils ne sont pas du même sexe », une critique « on a tout mélangé, la nourriture et la lumière ». Le tâtonnement amène ici à la nécessité d'agir sur une seule variable (par exemple : deux aliments différents à la même distance des animaux, humi-

dité et lumière uniformes dans tout le milieu. La maitresse intervient pour faire tirer parti de la situation et pousser dans une voie qui s'ouvre aux enfants.

— *Analyse de document audio-visuel.* Le film « comportement de la Limnée » a été projeté après les rapports faits sur les travaux et les observations réalisés. Le but était d'apporter une information complémentaire sur le rejet des excréments et la respiration ; comme il s'agissait d'une espèce différente cela permettait aussi de contrôler en partie, l'impact de l'exercice en constatant une comparaison spontanée et correcte. Une première projection a été faite sans commentaire ; avant et au cours de la deuxième, l'attention a été attirée sur les lieux de sortie des excréments et de la bulle d'air. Après avoir rapporté cela au cas de l'escargot, il a été demandé aux équipes de se concerter pour noter leurs remarques ; celles-ci ont été exprimées oralement, les équipes complétant ce qu'avait exposé la première. Il n'y a que la reptation sous la surface de l'eau qui n'ait pas été évoquée. C'est sans difficulté qu'on a conclu que c'était un animal voisin de l'escargot mais apte à vivre dans des conditions très différentes.

2.3.3. Problèmes posés par le travail de groupe. La répartition suivante du travail a été adoptée au départ ; l'observation continue a été attribuée aux groupes les moins actifs, mais l'intérêt est venu notamment à l'occasion du réveil des animaux reçus en état d'hibernation.

1^{er} groupe : rapport entre l'escargot et la coquille.

2^e groupe : les préférences de l'animal : lumière ou obscurité, milieu humide ou sec, préférences alimentaires.

3^e groupe : régénération de la coquille brisée.

4^e groupe : déplacement de l'escargot.

5^e groupe : croissance de l'escargot : mesures et pesées.

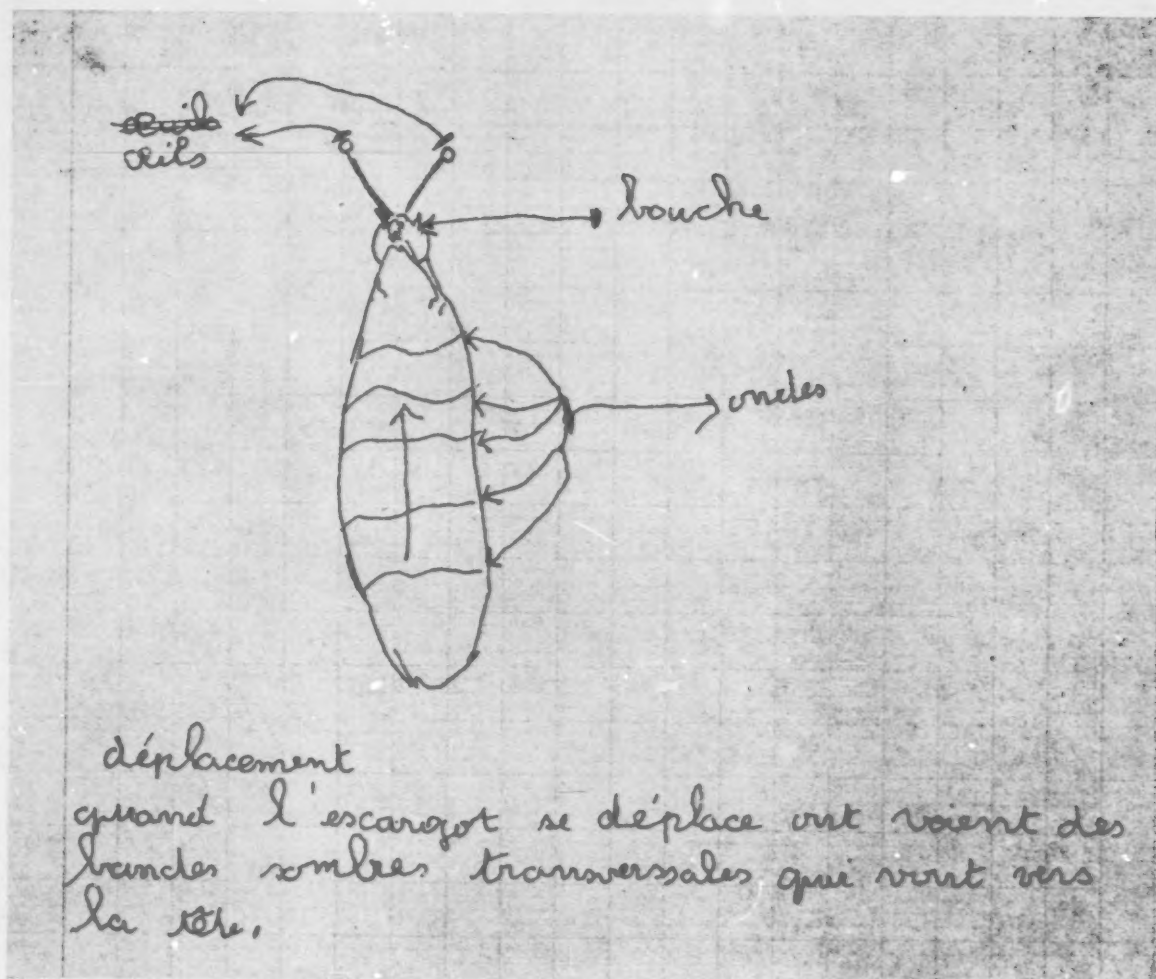
6^e groupe et 7^e groupe : observation continue des escargots de la grande cage.

Très vite chaque groupe a demandé à faire son propre élevage ; d'autre part tous les groupes ont voulu étudier le déplacement de l'animal. Chacun se sentait concerné par le travail de tous et les groupes ont souvent voulu refaire des expériences attribuées à un autre groupe (franchissement de la lame de rasoir verticale).

La maitresse a orienté le travail des groupes par ses suggestions (le nombre de spires est-il le même quelle que soit la taille des petits-gris ? Ne pourrait-on pas faire un trou dans la coquille pour voir si l'animal peut le réparer ?). D'autre part les comptes rendus portent la trace des lectures des élèves entre les 2 séances (livres de 5^e empruntés aux frères et sœurs).

Ci-joint le compte rendu du 7^e groupe (p. 69), avant discussion et rectification.

FICHE D'OBSERVATION D'UN ELEVE
(AVANT CORRECTION)



Nous avons remarqué que l'escargot quand t. il finit ses
besoins creait un petit trou ^{par} lequel sortait un petit
ver.

Quand la limace sort de sa coquille il recrée une
sorte de bave.

Ils aiment ramper sur des pierres mouillées et sur du bois
mouillé

Mais nous mis un escargot sur une lame de rasoir
mais il ne ^{s'est} pas coupé en la franchissant

L'escargot aime assez savoir l'obscurité
Quand nous mettons l'escargot dans l'eau il
rentre ses antennes.

L'escargot aime bien se pendre au voile.

Quand nous faisons du bruit l'escargot rentre.

Quand l'escargot mange de la salade, il fait
des petits trous.

nous avons déchiré une peau blanche à un escargot
et nous avons vu la langue.

Quand nous avons vu la limace il y avait beaucoup
d'espace entre la ~~coque~~ peau et la limace.

nous avons mis l'escargot sur une plaque
de verre et l'on voit la bouche.

il se déplace en rampant et quand il se
déplace on voit des ondes. Et ses ondes avancent
de la queue à la tête

2.4. L'acquis et les traces de l'exercice

2.4.1. *L'organisation de l'acquis a lieu à la fin de chaque compte rendu d'équipe puis au cours d'une séance de synthèse. L'effort a porté principalement sur les points suivants :*

- Dissocier les caractères généraux du vivant des manifestations de la vie et du support anatomique spécifique aux mammifères : l'enfant est amené à appliquer ses connaissances à une situation nouvelle.

- la nutrition végétale exige un important effort de fragmentation et entraîne la formation de déchets abondants ; mais le fonctionnement de la bouche et la position de l'anus sont très différents chez l'escargot et chez l'homme,

- la compréhension des phénomènes mécaniques de la respiration aérienne (renouvellement d'air) conduit d'abord à une interprétation fautive des décollements partiels du corps vis-à-vis de la coquille « l'escargot s'ouvre et se ferme pour respirer » mais ensuite, grâce à l'aide des documents l'enfant est amené à découvrir un support différent de la respiration aérienne,

- l'origine de la coquille conduit à dissocier les parties vivantes d'un individu de ses productions inertes ; l'étude des rapports de dépendance et l'adaptation de l'individu à sa coquille permettent de mieux préciser les caractères spécifiques de la vie.

2.4.2. Structuration du travail

a) La relation orale des différents groupes a conduit à des discussions et des recherches de renseignements dans les documents signalés ci-dessus ; la maîtresse avait déjà donné certains renseignements au cours du travail de groupe (signification de l'orifice de ponte).

Les photos de « Textes et Documents pour la classe » n° 96, ont été communiquées aux enfants, lors d'une activité de classe, à propos de la reproduction et de l'organisation de la bouche.

- Les livres ont peu servi ; on y a cependant trouvé confirmation de la croissance de la coquille. Quelques précisions y ont été cherchées après la séance de compte rendu à propos de la reproduction et aussi de la vitesse de

déplacement (comparaison avec les résultats trouvés).

La structuration a ensuite été faite par classe entière. Les élèves ont éprouvé le besoin de noter « tout ce qu'ils avaient appris seuls sans les livres » au lieu de donner uniquement une réponse au problème ponctuel posé au début.

b) Au cours de l'exercice, les élèves ont substitué une description objective des comportements à une interprétation subjective et anthropomorphique. A l'issue de l'expérimentation sur les preferendum, ils ont été amenés à décrire objectivement les relations mises en évidence au lieu d'expliquer les comportements par des « états d'âme » tels que la recherche du bien-être.

c) A aucun moment la maîtresse n'a cherché à réaliser un modèle réduit d'un exercice de 5' : certains aspects de la biologie de l'escargot ont seulement été abordés — ceux qui ont intéressé les enfants — et les études correspondantes ont conduit à préciser les caractères des escargots vivants et non l'organisation des Mollusques.

- Cette orientation du travail a aussi été inspirée par le souci de faciliter la maturation de l'enfant, l'accès à la pensée analytique et objective et par suite son développement général, mais dans ce domaine l'impact d'un exercice isolé ne peut pas être vérifié.

- Dans un contexte biologique le développement de la pensée rationnelle ne se fait pas aux dépens de la sensibilité : les enfants étaient très attachés au bien-être de leurs escargots et à plusieurs reprises la démarche expérimentale a été relancée par les problèmes posés par l'élevage de ces derniers.

2.4.3. Les traces matérielles de l'exercice

Les classeurs individuels des élèves comportant 3 types de documents :

- les comptes rendus écrits accompagnés de dessins qui expriment le travail de l'équipe,

- un compte rendu élaboré par la classe entière au cours de l'exercice de synthèse : dessin de l'escargot vu du côté droit et texte résumant les observations biologiques,

- des notes personnelles qui se rapportent à différents problèmes rencontrés par les élèves.

3. EPREUVES PERMETTANT DE FAIRE LE BILAN DE L'ACQUIS

3.1. L'observation continue des élèves au travail confirme une évolution de l'attitude amorcée l'an passé : fixation plus marquée de l'attention et de la réflexion sur la question examinée, acceptation plus aisée de remettre en cause ses propres affirmations.

3.2. Un document nouveau, le film sur la limnée, a, par la comparaison spontanée avec l'escargot, prouvé l'intégration de notions formulées et aussi d'autres notions sur l'organisation qui ne faisaient pas partie des objectifs initiaux.

3.3. Un dessin de la forme, fait de mémoire, représente toujours correctement l'enroulement, visible du côté droit. Dans les annotations, le mot limace n'est jamais employé pour corps ; par contre, les tentacules sont parfois nommés antennes. Des orifices sont parfois omis, mais jamais mal placés.

3.4. Un petit problème pratique, proposé trois semaines après la fin du travail, a mobilisé des notions acquises sur les préférences.

« Au printemps, le 10 avril, un jardinier a planté des laitues, des choux selon le plan ci-dessous, à proximité d'un mur où se réfugient habituellement des escargots. Il a cherché à protéger ses plantations contre les dégâts que pourraient commettre les escargots sur ses jeunes plants.

Pour cela il possédait des granulés dont la matière plaît aux escargots mais les empoisonne.

Ne disposant que d'une petite quantité de ce poison, il a cherché à le mettre au meilleur endroit et au meilleur moment.

Sachant que le 10 avril et les jours suivants le temps était froid (4°) et sec, que la météo a annoncé le matin du 20 avril une hausse assez forte de la température et de la pluie pour le lendemain indiquez :

1) Quand il a mis le poison en place ?

2) A quel endroit ?

Donnez les raisons de ces choix ».

Résultats pour l'endroit. La moitié met les granulés toxiques le long du mur en face des plantes, mais un seul élève le justifie (« l'escargot les sucera en chemin »).

Un seul en met seulement à côté des salades les plus proches du mur (les escargots préfèrent la laitue au chou). Les autres en répandent sur toutes les planches sans tenir compte de la quantité dont on dispose ; sans doute représentent-ils ainsi ce qu'ils ont vu faire et qui se justifie (en saison normale, les escargots ne sont pas tous dans les murs et puis il y a des limaces un peu partout qui commettent les mêmes dégâts).

Il y a donc peut-être interférence du vécu et de la réflexion pure.

Résultats pour le moment de mise en place, la pluie probable est aussi citée.

Beaucoup indiquent le matin (à cause de la rosée, l'un deux parce que le jardinier n'aura pas à le faire le soir — est-ce parce que pour lui le soir est le moment du repos ?). Certains indiquent le soir (parce que l'escargot n'aime pas le soleil).

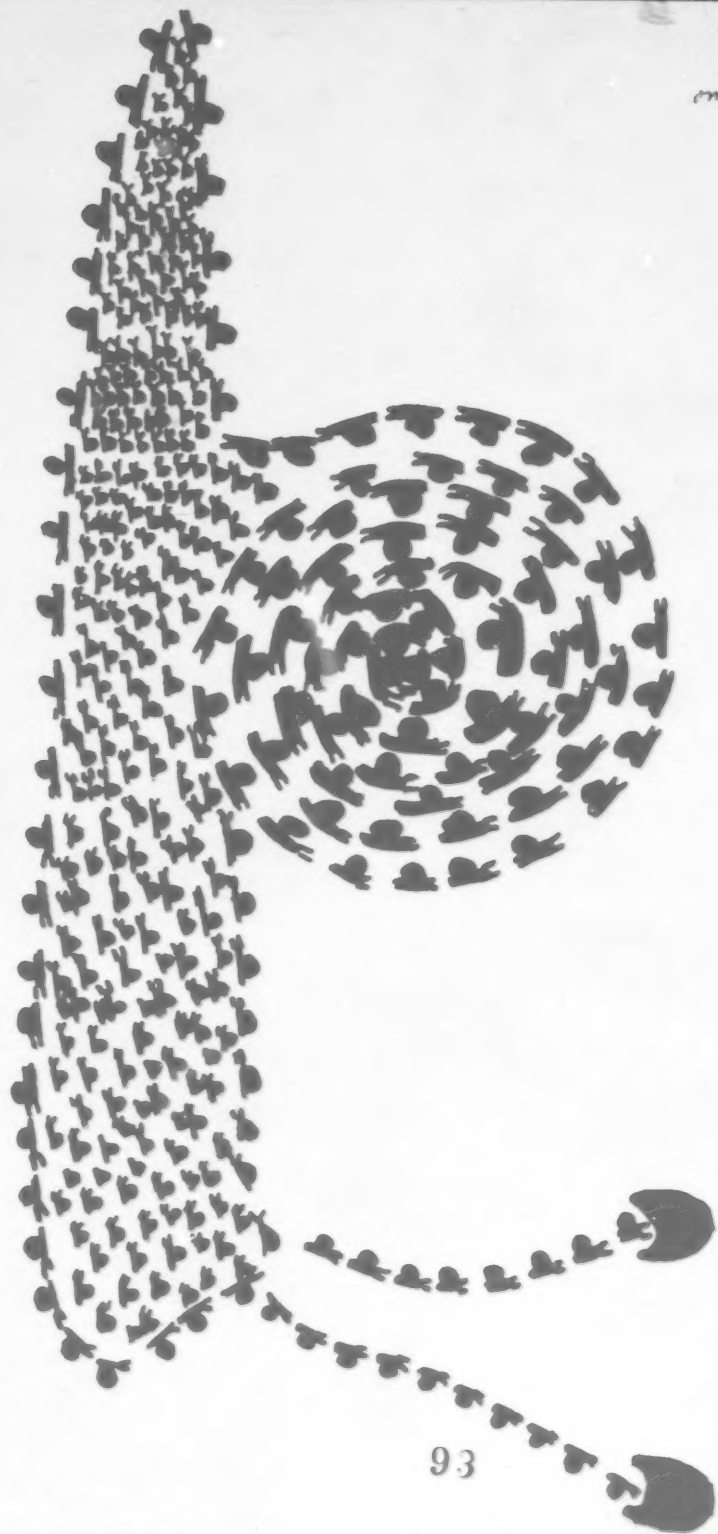
La date n'est pas toujours indiquée, mais on donne souvent le 20 avril, même lorsqu'on la justifie par la rosée du matin.

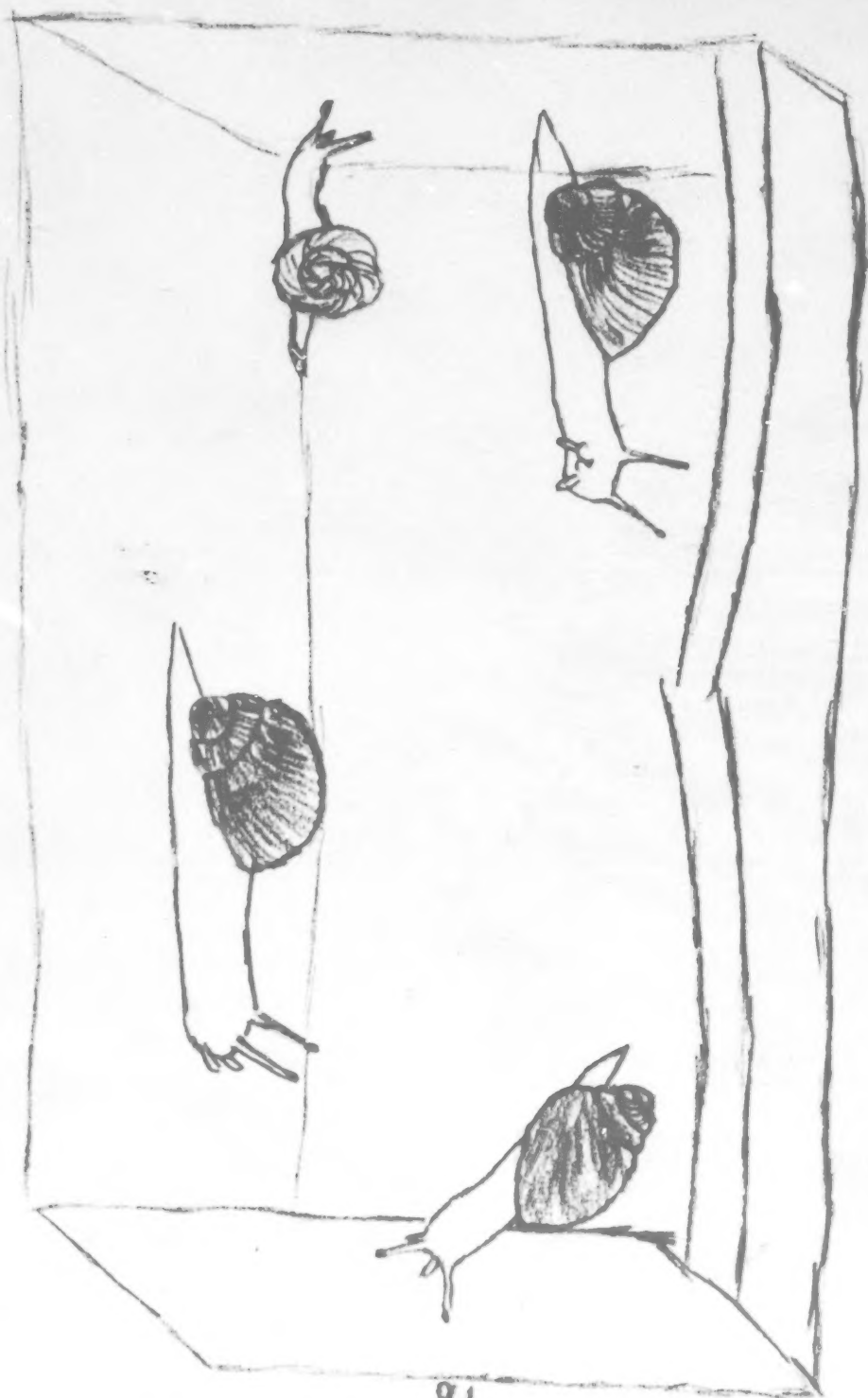
En conclusion. Les acquisitions sur les préférences sont inégalement exploitées, ce qui semble surtout orienter les réponses, c'est l'influence bien connue de l'humidité, celle que l'on constate le matin — moment privilégié pour le ramassage ! — La situation proposée, qui voulait se rapprocher de la réalité, était tout de même artificielle et sans doute ressentie comme telle. A la fois complexe dans ses données et par certains côtés imprécise, elle condamnait sans doute les enfants à trouver les solutions dans les souvenirs personnels qu'ils avaient du problème pratique.

Ainsi se trouve une fois de plus démontrée la difficulté de tester les acquisitions par leur mobilisation dans des situations décrites.

Les données bleues des planches 2 et 3
ont été faites par les enfants de la même classe.

ND fig. 2





4. DECLOISONNEMENT DISCIPLINAIRE

4.1. En français, les élèves ont eu à rédiger un texte sur les escargots. On y constate nettement les différences avec les comptes rendus. La fantaisie y apparaît, les réactions personnelles, le choix du sensationnel ; la forme devient plus recherchée, s'oriente vers l'effet à produire sur le lecteur. Ces textes ont ensuite fourni la matière à un travail collectif de rédaction, aboutissant à un texte unique destiné au journal mensuel de l'école ; voici ce texte :

Les escargots

A l'école, nous possédons beaucoup d'animaux : coq, poules, pintade, lapins, oiseaux, hérisson, insectes, poisson. Notre classe élève les moins bruyants, les plus silencieux : ce sont les escargots.

Au début ils étaient quinze. Ils logent dans des habitations très originales ; l'une ressemble à un jardin japonais, l'autre à un tiroir, celle-ci à une maisonnette en bois avec une porte luxueuse fabriquée par le groupe, celle-là à un aquarium.

Mais un jour il arriva cinq intrus : tous des escargots de Bourgogne. Ils hibernaient sous une épaisse peau blanche. Nous en avons réveillé un de son profond sommeil.

Nous ne les élevons pas seulement pour notre plaisir, mais pour nous instruire. Aussi nous leur avons fait subir quelques expériences. Sylvie et Catherine étaient chargées de les peser et de les mesurer. Quel travail pour les coincer dans le pied à coulisse ! Un autre groupe fait passer l'escargot sur une lame de rasoir. Nous avions peur qu'il se coupe. Le moment propice est arrivé ! Nous allons commencer. Il nous faut du courage ! Nous mettons l'escargot sur la lame, il avance doucement..., il passe, ouf ! il ne s'est pas coupé ! c'est formidable.

Nos escargots sont les animaux les plus calmes, les plus lents car nous les avons chronométrés : ils ne font que 6 mètres à l'heure. Aussi ils sont plus faciles à rattraper que la pintade. D'autres leur ont cassé la coquille : elle s'est reformée.

Nos escargots ont l'air très heureux avec nous. Espérons qu'ils vivront longtemps et qu'ils auront beaucoup d'enfants !

4.2. Connaissance du milieu

Tout ce qui concerne l'intervention des facteurs du milieu sur le comportement de l'escargot est évidemment transposable : cela se produit chez d'autres animaux et cela explique des variations dans le spectacle que nous offre la nature. Si aucune application organisée n'a été envisagée, elle pourra se faire individuellement, mais aussi lors d'une sortie de classe dans le bois qui est tout proche.

4.3. Dessin

Les dessins libres des enfants produits au cours de cette période s'inspirent souvent du thème étudié. Certains témoignent d'une grande précision dans l'observation, d'autres donnent libre cours à l'imaginaire (planches II D, fig. 2 et 3).

4.4. Remarque au sujet de l'affectivité des enfants

On hésite à faire un trou dans la coquille, par peur de faire mal à l'escargot alors que l'on n'est pas encore sûr qu'elle appartienne à l'animal, on demeure anxieux jusqu'à ce que la réparation s'ébauche.

Les élèves éprouvent le besoin d'avoir leurs propres escargots, plus pour des raisons affectives que pour des nécessités expérimentales.

E. CONCLUSIONS

Le rapprochement des quatre thèmes fait apparaître certains points de convergence malgré les différences liées au niveau, au sujet et à la personnalité des maîtres.

2. Caractères généraux de la démarche

ETAPES SUCCESSIVES DE LA DEMARCHE	ACTIVITES ET MODALITES DU TRAVAIL DES ENFANTS	Application aux	
		AIMANTS (C.P.)	
1) Partir d'une situation <i>vécue</i> provoquant le jaillissement de <i>questions individuelles</i> permettant de poser un problème précis qui motive l'ensemble du groupe et qui a une signification scientifique.	L'enfant explore et agit en situation d'autonomie (point de départ spontané ou provoqué). — Il s'étonne et pose des questions. — Il participe à un entretien permettant la confrontation libre des points de vue ; l'intervention du maître oriente cet échange vers un problème expérimental. — La classe organise le travail pour trouver des éléments de réponse.	Incident dans la classe : chute d'une boîte de trombones (incident provoqué). — Comment les ramasser rapidement ? — Quels objets peut-on attirer avec les aimants et dans quelles conditions sont-ils attirés ? — Quels sont les critères qui permettent de savoir à l'avance si un objet sera attiré ou non ?	
2) Rechercher des éléments de réponses par l'observation, l'expérimentation et l'analyse de documents.	— Les enfants cherchent une solution en travaillant de façon aussi autonome que possible (travail de groupe, travail individuel, travail par classe entière). — L'analyse critique des résultats se fait au cours d'une communication à laquelle participe en général toute la classe.	— Jeux avec les aimants en travail de groupe. — Classement des objets suivant l'action de l'aimant et recherche d'un caractère commun (travail par classe entière).	

1. Idée directrice

Au départ et tout au long du travail le maître décèle ou provoque l'intérêt de l'enfant, encourage ou oriente son activité avec le souci de mettre en place un acquis sur le plan des méthodes de travail et des connaissances.

différents exemples

DENTS (C.E.)	JAUGEAGE DE CUVE A VIN (C.M.)	LES ESCARGOTS (C.M.)
Evénements de la vie de la classe. — Observation de la façon dont les animaux d'élevage se nourrissent. — Le serin est mort... Pourquoi ? (graines non digérées dans le gésier). — Comment se fait la fragmentation des aliments, condition préalable à leur utilisation ?	Visite du p... Pourquoi les graduations des différentes jauges sont-elles en sens inverse ? Comment fonctionnent ces jauges. — Comment peut-on jauger une cuve grâce à un tube transparent placé sur le côté ?	• Présentation dans l'école d'animaux vivants par un « montreur »... • Exposition dans la classe de coquilles apportées par un élève. • Emission de TV sur le bernard-l'ermite. — Comment se procurer des escargots vivants ? Comment les faire vivre en classe ? L'escargot change-t-il de coquille ? La coquille grandit-elle ? Comment se forme-t-elle ? Quelles sont les préférences des escargots au point de vue des conditions de leur milieu de vie ?
— Observation d'une poule et d'un chat vivants : la poule avale sans mâcher, le chat mâche longuement... — Observation du gésier d'un coq mort : le gésier contient des petits cailloux... Les graines sont broyées dans le gésier : explication de la mort du serin. Comparaison avec l'homme : dents et mastication.	— Chaque groupe conçoit, construit, étalonne un modèle de jauge et représente le modèle par un schéma. — La classe entière fait une étude critique des différentes solutions.	Travail de groupe. Observation : déplacement de l'escargot. Mesures : croissance de la coquille. Expérimentation : preferendum, cicatrisation de la coquille.

ETAPES SUCCESSIVES DE LA DEMARCHE	ACTIVITES ET MODALITES DU TRAVAIL DES ENFANTS	Application AIMANTS (C.P.)
3) Expliciter, organiser, et contrôler l'acquis.	— Au cours d'un entretien qui concerne toute la classe, les enfants aidés par le maître explicitent les objectifs atteints. — Ils réalisent les traces matérielles individuelles ou collectives. — Ils répondent éventuellement à l'exercice de contrôle établi par le maître pour certains objectifs. — Ils appliquent spontanément l'acquis à d'autres situations vécues, le maître cherche à repérer ce changement de comportement.	— Les enfants attribuent l'attraction à la présence de fer (sens large) dans l'objet attiré. — Ils traduisent les résultats de l'expérience par des classements et des dessins. — Ils répondent à un exercice de classement d'objets usuels dont la matière première est connue. — Ils se servent dans la vie courante des propriétés de l'aimant pour reconnaître la présence de fer dans un objet.

différents exemples

DENTS (C.E.)	JAUGEAGE DE CUVE A VIN (C.M.)	LES ESCARGOTS (C.M.)
Rôle de la langue, des lèvres, des joues, des dents... Les différentes sortes de dents. Les différentes parties d'une dent. Rapports entre régime alimentaire et denture. Lecture de radios. L'hygiène et les soins dentaires.	— Les niveaux de l'eau dans le récipient et dans le tube se situent dans un même plan horizontal (hypothèse vérifiée ultérieurement). — La comparaison des différents modèles permet de découvrir de multiples propriétés et de valoriser différentes capacités techniques ; créativité, soin et précision dans le travail, rigueur dans l'analyse du problème.	1) Distinction des caractères du vivant et de leurs supports anatomiques spécifiques (différences des supports anatomiques chez les mammifères...). — Nutrition herbivore de l'escargot... — Respiration aérienne... 2) Distinction entre les parties vivantes d'un individu et leurs productions inertes...

F. REMARQUES

1. ROLE DU MAÎTRE

1.1. Les différentes fonctions du maître

Dans les thèmes décrits, le maître n'exerce que d'une façon aussi réduite que possible une fonction d'imposition ; il oriente l'action des élèves, surtout par l'apport de matériel, les questions, les suggestions. Bien plus : les élèves sont amenés au cours de la scolarité élémentaire à prendre une part croissante dans les décisions (choix du sujet, formulation du problème, organisation du travail) et dans l'évaluation (entraînement à l'auto-évaluation).

La régression de la fonction d'imposition s'accompagne du développement d'une autre fonction, l'observation des élèves au travail. C'est elle qui per-

met le mieux de connaître les représentations spontanées des enfants et les obstacles à la pensée scientifique, car les propos tenus au cours de l'entretien renferment une part d'invention gratuite, voire de provocation — l'enfant qui prétend que « l'eau disparue de la casserole au cours de l'ébullition est passée dans le manche », croit-il vraiment ce qu'il dit ? —. Elle permet de saisir les intérêts des enfants, leur maturation progressive et le développement de l'attitude scientifique. Sans ces données, le maître ne peut orienter efficacement ses interventions.

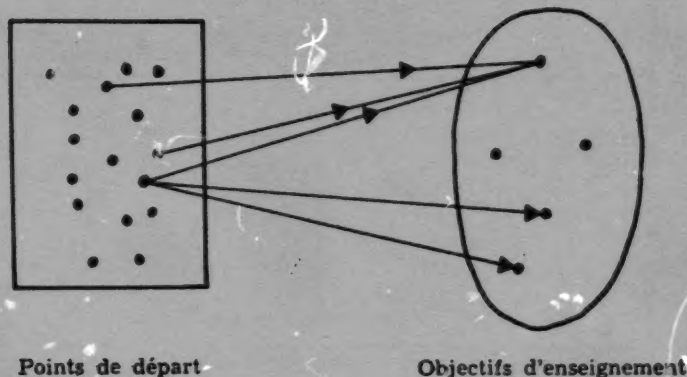
Les différentes fonctions assurées par le maître ont été analysées par les équipes de recherche des C.E.S. expérimentaux qui ont établi, pour le travail en 6^e et 5^e, le tableau suivant (bulletin de liaison n° 6, Recherche en biologie dans les C.E.S. expérimentaux, I.N.R.D.P.) :

1	FONCTION DE PRODUCTION	Avant le déroulement du thème — Rassembler la documentation disponible. — Créer un fichier mis à la disposition des élèves. — Réaliser des documents adaptés aux élèves (de la fiche photocopée à l'émission TV).
2	FONCTION D'OBSERVATION	Observer et noter : — les activités spontanées des élèves, — les comportements d'élèves ou des groupes, — les difficultés rencontrées.
3	FONCTION D'ANIMATION	Animer, organiser une discussion avec les élèves.
4	FONCTION DE CONSEILLER	— Proposer des sujets d'étude aux élèves. — Guider les élèves en difficulté vers un autre groupe plus avancé, vers la documentation ou le fichier, vers un autre professeur, vers les parents.
5	FONCTION D'ORGANISATION	Distribuer et répartir le travail des élèves.
6	FONCTION D'INFORMATION	— Participer activement à l'organisation des connaissances acquises (antérieurement en classe ou par les médias). — Transmettre aux élèves des connaissances (expliquer une notion, une technique...).
7	FONCTION D'ÉVALUATION	

Selon les cas, la fonction assumée par le maître est la même pour tous les élèves à un moment donné, ou varie d'un groupe à l'autre.

Dans ce domaine il n'y a pas lieu de proposer un modèle ; chaque maître suit son propre « itinéraire pédagogique ».

1.2. L'action du maître et l'autonomie des élèves



1.2.1. La distinction entre points de départ et objectifs d'enseignement est capitale pour situer le mode d'intervention du maître.

a) Un même objectif peut être réalisé à partir de points de départ très différents :

- la séparation des variables indépendantes peut être dégagée de l'étude de l'appareil photographique, d'expériences de germination ou de la recherche des facteurs de l'évaporation ;
- le rôle du pollen dans la fécondation des végétaux apparaît soit au cours de sorties, soit grâce à des cultures de plantes très différentes.

b) Un même point de départ conduit à la réalisation d'objectifs multiples (cf. thèmes cités) ; de plus l'étude du sujet elle-même peut subir des orientations très différentes : l'apport des Cloportes peut conduire à une étude de préférence ou à la recherche du rôle des animaux du sol dans les équilibres biologiques.

c) Les élèves sont amenés à prendre une responsabilité croissante et effective dans le choix des points de départ (cf. III A 2), car la construction active du savoir s'appuie nécessairement sur le vécu ; par contre ils parti-

cipent de manière beaucoup moins directe à la détermination des objectifs qui tiennent par exemple à la structure même de la science. Certes, les enfants doivent les connaître et peuvent les contester ; ils sont amenés à discuter leur opportunité et leur niveau de formulation ; le maître peut même conclure avec la classe un *contrat annuel d'objectifs* que les élèves réalisent sur les supports de leur choix et à leur rythme ; mais la responsabilité initiale du choix des objectifs appartient au maître.

1.2.2. Comment éviter dans ces conditions d'arriver à l'imposition du savoir sous le couvert d'une autonomie de façade ? Deux remarques permettent d'orienter principalement le choix des objectifs en fonction des besoins de l'enfant et non en fonction des exigences des adultes.

a) La distinction entre les objectifs nécessaires et les objectifs possibles. Les premiers sont très peu nombreux au niveau de l'école élémentaire : il suffit d'apprendre quelques techniques, de réaliser certains objectifs méthodologiques, de construire progressivement un petit nombre de concepts de base ; ils peuvent être réalisés à partir des points de départ

O ORGANISATION DU TRAVAIL	O. 1 ORGANISATION DU TRAVAIL PERSONNEL	O. 11 Classement de documents O. 12 Conception d'un projet O. 13 Réalisation d'un projet O. 14 Auto-correction
	O. 2 ORGANISATION DU TRAVAIL D'ÉQUIPE	O. 21 De la compétition à l'esprit d'équipe .. O. 22 Confrontation critique des points de vue O. 23 Conception et réalisation collectives d'un projet O. 24 Intégration à une équipe dépassant la classe
		M. 11 Observation spontanée M. 12 Observation organisée M. 13 Observations successives M. 14 Interprétation des observations
		M. 21 Mesure significative M. 22 Fluctuation des mesures M. 23 Interprétation des résultats des mesures
	M. 1 OBSERVATION	M. 31 Emission d'hypothèses M. 32 Conception théorique du principe d'une expérience M. 33 Conception technique d'un dispositif expérimental M. 34 Exécution de l'expérience M. 35 Lecture des résultats M. 36 Interprétation et extension des résultats M. 37 Maîtrise de l'ensemble de la démarche
	M. 2 REPÉRAGE ET MESURE	M. 41 Intégration de l'acquis M. 42 Application au milieu
	M. 3 EXPÉRIMENTATION	
M ACQUISITIONS DE MÉTHODES	M. 4 INTÉGRATION ET APPLICATION	

les plus divers ; l'un des rôles de la recherche est de faciliter leur explication et leur étalonnage. Les objectifs possibles au contraire sont liés à la logique propre de chaque exercice ; si ce dernier ne se dégrade pas en bavardage ou simple activité motrice, si le maître ne veut pas tromper l'enfant en lui faisant croire que son travail a une valeur objective et lui donne une formation, il est amené à orienter l'élève vers certaines compétences (savoir-faire ou savoir) qui dépendent du sujet choisi et de la méthode de recherche adoptée. On aboutit ainsi à un acquis individualisé qui répond aux intérêts de l'enfant et qui donne une prise aux attitudes fondamentales déterminant son développement. Le tableau des objectifs possibles ne vise pas à une pédagogie de niveau, mais cherche simplement à faciliter le travail du maître placé devant une situation concrète et qui est amené à prendre très rapidement des décisions.

b) La substitution d'un planning annuel léger et très souple à la progression rigide déterminant un ordre linéaire d'acquisition. Il importe avant tout qu'à l'issue d'un thème, le maître puisse définir les objectifs atteints et qu'il contrôle si les intentions pédagogiques ont été effectivement réalisées soit à l'issue de l'exercice, soit par des bilans périodiques. Il pourra ainsi remplir progressivement une grille dont les principaux cadres sont définis par le planning annuel, mais dont le contenu détaillé n'est pas donné à l'avance. Voici, à titre d'exemple, un extrait du tableau des objectifs préparé par les équipes de recherche des C.E.S. expérimentaux (pages 80 et 81).

L'organisation de l'acquis préoccupe à juste titre de nombreux maîtres en France. En science, l'ordre linéaire d'un programme ne l'assure pas ; il suffit d'imposer un petit nombre de thèmes courts si l'on veut introduire plus facilement certains concepts préalables (cf. III A 2). La véritable organisation de la pensée se fait par un effort de structuration décrit en III C.

1.2.3. Les remarques précédentes montrent l'importance du travail en équipe pédagogique.

a) Il est nécessaire que le maître recevant les élèves connaisse les principaux objectifs réa-

lisés antérieurement. La transmission de la grille des objectifs réalisés constitue le moyen le plus pratique.

b) Un accord à l'intérieur de l'école est souhaitable pour éviter d'exploiter chaque année les mêmes points de départ : un pèlerinage annuel à la même mare du C.P. à la fin de 5^e risque d'être aussi routinier que l'enseignement d'inductif. Lorsqu'un même point de départ est utilisé plusieurs années il importe de spécifier les objectifs recherchés chaque fois.

c) Les échanges de compétences, la mise en commun de documents et de matériel, le recours à des compétences extérieures à l'école permettent à un maître n'ayant pas de formation spécifique de travailler efficacement.

2. LES TECHNIQUES DE LA CLASSE

2.1. Nous n'aborderons pas les problèmes généraux posés par la rénovation pédagogique, mais certaines exigences spécifiques des activités scientifiques déjà signalées dans la relation des 4 thèmes faits ci-dessus.

2.1.1. Il est nécessaire d'équilibrer et d'articuler les sorties dans le milieu, les activités de « laboratoire » dans la salle de classe et le travail sur documents, les premières seules permettent un contact global, les autres sont indispensables pour maîtriser un problème en limitant le nombre de paramètres. Une organisation scolaire très souple apparaît indispensable à la fois en ce qui concerne les déplacements des élèves et l'utilisation des locaux.

2.1.2. La nature même de la démarche scientifique implique une orientation vers le travail de groupe et l'individualisation de certaines tâches :

— la manipulation effective du matériel par les enfants eux-mêmes est indispensable ; elle doit se faire dans des conditions qui donnent une autonomie effective aux élèves ;

— la communication à l'intérieur de la classe est indispensable pour le passage à l'objecti-

vité ; elle n'est pas possible à l'intérieur d'un groupe trop nombreux.

Sans être imposé de façon systématique, le travail de groupe apparaît indispensable à certains moments de la vie de classe ; parallèlement il est nécessaire d'utiliser des instruments de travail personnel.

2.2. Le travail de groupe en sciences

2.2.1. Ce problème a été abordé de façon principalement empirique au stade actuel de la recherche.

a) Au C.P. les échanges entre enfants sont intenses au cours du jeu, mais ils ne déterminent que des contacts instables et sans cesse renouvelés. La réalisation d'une tâche implique souvent une coopération pour des raisons matérielles, mais il n'y a pas de véritable échange intellectuel au niveau des enfants, si le maître n'intervient pas.

b) A partir du C.E. le groupe s'organise non seulement pour réaliser une tâche matérielle qui dépasse les possibilités de l'enfant isolé, mais aussi pour exécuter certains travaux intellectuels : classer des questions, résumer un enregistrement au magnétophone... Les groupes sont constitués librement ; la participation au travail de groupe n'est pas imposée aux réfractaires.

c) A la fin de l'école primaire certains ateliers sont capables d'exécuter complètement un projet. Dans quelques classes, le travail de groupe est structuré de façon permanente pour certaines tâches (cf. IV B). Les enfants travaillent en groupes poursuivant des objectifs parallèles ou convergents suivant les problèmes. Le plus souvent la formulation des problèmes et la synthèse font l'objet d'une activité par classe entière, si bien que chaque thème donne lieu à un acquis commun pour l'ensemble des élèves ; cependant cette pratique ne constitue pas une hypothèse de recherche.

2.2.2. La résolution préalable des problèmes pratiques permettant au travail de groupe de dépasser le plan de la simple exécution d'une tâche imposée pour déboucher sur une créa-

tion et de lier étroitement activités pratiques et réflexion constitue un préalable pour aborder les recherches suivantes non encore commencées :

a) L'imbrication étroite de l'action commune et de la discussion permet-elle de passer plus tôt à un travail de groupe effectif ?

b) Comment se situent les enfants des milieux socio-culturels les plus défavorisés lorsqu'ils peuvent apporter leur expérience pratique dans le cadre du groupe ? Observe-t-on une modification de leur niveau de langue, ou bien l'action du maître reste-t-elle prédominante ? Tendent-ils à se spécialiser dans leur domaine de compétence ou au contraire trouvent-ils une motivation pour participer davantage aux activités conceptuelles ? Faut-il rapprocher des élèves rapides et lents dans un petit groupe ou au contraire faire travailler ensemble les enfants les plus lents ?

2.3. Le travail sur fiches

L'individualisation du travail est impossible sans fiches de travail ; celles-ci sont préparées parfois sur mesure par le maître à l'issue d'une étape de l'exercice (cf. IV B et C), mais il est impossible de généraliser cette pratique : comment utiliser des fiches sans tomber dans un didactisme pire que celui du maître, sans bloquer la possibilité d'une démarche autonome et créatrice ? L'accord s'est réalisé sur les points suivants :

— le problème et les hypothèses de travail sont toujours définis au préalable par une activité autonome ;

— les fiches ne sont distribuées que pour répondre à un besoin précis de compétences préalablement exprimées (montage de l'aquarium, détermination des branches d'arbres...) ;

— les enfants sont amenés à critiquer les fiches employées : une espèce commune de champignons de la région ne se trouve pas dans la clé utilisée.

2.4. L'utilisation de techniques audio-visuelles

Parfois considérées comme la condition sine qua non de la rénovation, les techniques audio-visuelles

peuvent en fait être mises au service d'une pédagogie tout à fait dogmatique.

Par contre, si dans toute la mesure du possible les enfants participent eux-mêmes effectivement à la production des documents audio-visuels et à la manipulation des appareils, alors la modernisation est effective.

L'ensemble des travaux de recherche a montré que l'appareil le plus utile aux enfants et le plus

efficace pour transformer le climat de la classe est le magnétophone.

Puis, viennent l'appareil photographique et le projecteur de diapositives. Enfin, il est nécessaire de souligner l'intérêt éducatif de la réalisation des films (8 ou super 8) tout en sachant qu'en dehors des écoles qui bénéficient d'un apport extérieur exceptionnel, il y a en fait bien peu de classes françaises où l'on pourra organiser ces travaux dans un avenir proche.

III. - ÉTUDE DES DIFFÉRENTES ÉTAPES

La formulation du problème.

Quels sont les points de départ susceptibles de motiver l'enfant, de l'étonner, de favoriser le questionnement ? Comment orienter cette activité pour aboutir à la formulation d'un problème donnant prise à une approche scientifique et qui intéresse effectivement la classe ? Est-il possible d'échapper à l'alternative : suivre les intérêts des enfants au risque de s'enliser dans des discussions sans issue ou orienter activement l'exercice en imposant le projet et le point de vue de l'adulte sous une autonomie de façade ?

A. FORMULATION DU PROBLEME

1. UN PREALABLE : L'ATMOSPHERE DE LA CLASSE

Les activités d'éveil scientifiques ne sont possibles que si les enfants réagissent devant une situation imprévue ou un apport de matériel et posent des questions. Dans ce domaine, on observe des différences considérables suivant les classes et une évolution rapide du comportement des enfants lorsque certains aspects de l'environnement scolaire sont modifiés. Leurs réactions sont en grande partie déterminées par le modèle culturel auquel la vie scolaire semble se référer : l'enfant est-il à l'école pour apprendre suivant un programme imposé par l'adulte et être noté en vue d'une sélection ou pour participer de façon responsable à un effort individuel et collectif d'éducation ? Dans la 2^e hypothèse la création personnelle de l'enfant est valorisée, l'apport de matériel, la formulation des questions, l'ouverture de l'école sont pris en compte : l'activité scientifique n'est pas imposée de l'extérieur mais actualise et focalise des intérêts diffus ; elle propose des compétences qui répondent à des besoins préalablement exprimés. Il en résulte des mutations surprenantes pour des esprits non prévenus, les enfants posent des questions pertinentes, exigent des preuves au lieu de se contenter en opposant longuement des affirmations non contrôlées, rapportent leurs expériences de vacances, commentent de façon critique des émissions de télévision ou des coupures de presse. Cette mutation peut se produire dans le courant d'une année scolaire et même avec des enfants très jeunes. Elle prolonge l'évolution observée à l'école maternelle en particulier pour le développement de la communication objective à l'intérieur de la classe d'âge.

D'autre part il importe que le maître manifeste des intérêts scientifiques : il ne lui est pas demandé de tout savoir mais de pratiquer avec plaisir certaines activités de nature (pêche, promenade) ou certaines techniques (photographie, montages audiovisuels, bricolage...), de façon à maintenir le goût de la découverte personnelle et du contact avec des personnes étrangères à l'école ; les échanges de compétences entre maîtres permettent à l'équipe d'enseignants de répondre aux besoins des enfants.

2. LES POINTS DE DEPART

2.1. Généralités

La distinction entre objectif et point de départ est capitale si l'on admet que le développement de compétences (capacités ou connaissances) n'est possible que par un effort personnel et volontaire de l'enfant ; la totalité de sa personnalité se trouve engagée dans une situation qui oriente les opérations de l'intelligence vers une réalisation ; le maître scutient, canalise ce cheminement mais ne peut pas l'imposer. La motivation ne doit pas être la confiture qui enrobe une pilule mais doit exprimer la part non cognitive des démarches intellectuelles à la fois créatives et analytiques.

Au début de l'école élémentaire les points de départ sont largement liés aux besoins de l'enfant, par exemple aux quatre besoins fondamentaux définis par Decroly : se nourrir - lutter contre les intempéries - se défendre - jouer, agir, s'élever, travailler solidairement. Au niveau du C.M. les intérêts s'objectivent : l'étude du fonctionnement des instruments, du comportement des êtres vivants intéresse l'enfant pour elle-même, les préoccupations sociales (intérêt pour les professions) commencent à se manifester au cours des sorties.

2.2. Quelles situations concrètes peuvent conduire à des activités scientifiques ?

Elles peuvent être très diverses et sont souvent liées à l'ensemble de la vie scolaire au lieu d'être parachutées avec précipitation au moment de l'exercice.

2.2.1. Sorties : Elles seront étudiées dans le chapitre IV. Elles répondent à des fonctions multiples dont la plus importante est de permettre une découverte du milieu qui conduit à la formulation de problèmes. Une telle conception s'oppose à la sortie conçue comme une visite guidée de musée et à la sortie fermée sur elle-même débouchant sur une monogra-

phie descriptive qui juxtapose des faits sans les expliquer. Signalons dès maintenant que les sorties concernent l'environnement naturel et technique vrai de l'enfant et non des milieux n'intéressant que les spécialistes.

2.2.2. Elevages et cultures. Les récoltes faites dans le milieu, les apports des enfants ou du

maître, le désir d'aménager la salle de classe ou la cour de l'école conduisent à des élevages et des cultures. L'exemple indiqué ci-dessous (15.1.d), montre comment dans une classe du C.P. le contact avec l'animal commandé d'abord par des intérêts purement affectifs conduit progressivement à la formulation de problèmes scientifiques.

Fig. 1

Les « ALOUETTES » Aurillac

Le « coin de vie »

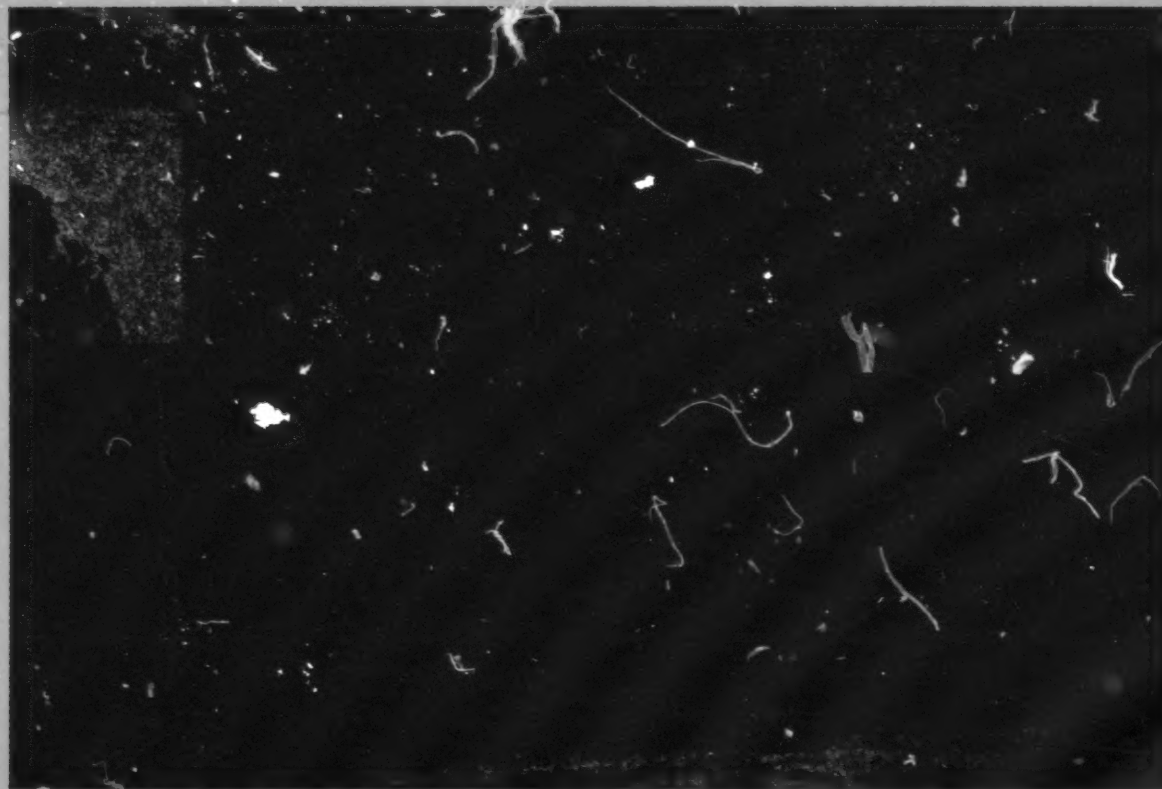


Fig. 2

Les « ALOUETTES » Aurillac

La cage du hamster (Il vient de mourir... d'une indigestion ! !)



Au début de l'année, une histoire de souris lue en classe avait amené les enfants à façonner de petites souris aux formes étranges, en pâte à modeler. Un enfant, plus naïf peut-être que les autres, avait émis le vœu de voir ses souris de toutes les couleurs prendre vie durant la nuit...

C'est ainsi que, le lendemain, les enfants ont trouvé une cage où deux longues queues roses

dépassaient d'une « maison » de bois — simple boîte sans couvercle, munie d'un trou rond. Après l'enthousiasme des premières minutes, l'empressement autour de la cage, les questions ont fusé vers la maîtresse :

« — Si elles sont vivantes, elles vont avoir faim, il faudrait savoir ce qu'elles mangent ?

« — Il y en a deux, c'est un papa et une maman ?

Fig. 3



« — Non, elles sont trop petites, mais je crois que c'est des bébés, elles vont grandir ? »

L'attitude de la maîtresse les a quelque peu déroutés : assise au milieu d'eux, elle a tout écouté, a souri, reformulé les questions, mais leurs curiosités restaient en attente.

Alors ils ont compris que les souris étaient pour eux, qu'ils s'en occuperaient, qu'ils leur apporteraient à manger (mais qu'est-ce que ça mange ?), qu'ils les nettoieraient pour ne plus sentir l'odeur dégagée le lendemain, qu'ils pourraient un jour les prendre dans leurs mains, les caresser, et qu'ainsi ils auraient peut-être la réponse à toutes leurs questions.

Ils ont demandé qu'on n'isole pas les souris au fond de la classe, mais qu'on les laisse « devant » pour pouvoir les regarder... Alors, chacun a apporté sa suggestion pour changer la disposition des meubles de la classe.

Ils ont eu envie de dessiner les petites bêtes dont les longues moustaches frémissantes, les oreilles et la queue roses les fascinaient. Ils ont voulu apprendre à écrire « les souris », puis ils ont souhaité posséder chacun un « cahier des souris » pour montrer à leur maman ce qu'ils avaient vu en classe. Pendant plusieurs jours, ils s'en sont occupés à tour de rôle, à la récréation du matin, avec force commentaires !

Fig. 4



Un matin, personne n'avait pensé à apporter de nourriture, et ils ont craint que leurs souris ne meurent de faim. Le lendemain, la nourriture abondait, des carottes, rien que des carottes !

La nécessité leur est alors apparue de s'organiser. Et ils ont discuté longtemps autour des propositions des uns et des autres, avant d'arrêter leur décision : ils se grouperaient par quatre « groupes-souris » qui changeraient chaque jour. Quatre leur est apparu le nombre idéal : un pour changer le papier du fond du tiroir, un pour réapprovisionner en eau, un pour enlever la nourriture abimée, le coton

sali de la « maison », le dernier pour préparer la nourriture fraîche.

Ils se sont mis à faire des essais pour savoir quelle nourriture préféraient les souris. Ils ont observé longuement les traces des dents sur le gruyère, et comment elles s'y prennent pour tenir leurs aliments ou pour laper les gouttes d'eau... Ils ont voulu mesurer régulièrement les souris pour savoir si elles étaient des « enfants » et si elles grandissaient.

Puis ils se sont interrogés sur une des souris qui grossissait plus que l'autre. Un matin, la cage était anormalement vide et, en soulevant le coton, ils ont découvert au fond de la maison des petits corps roses qui remuaient.

L'émotion, la joie étaient extrêmes ! Les enfants des autres classes ont pénétré à leur tour dans le secret, puis ils ont amené leur maman, leur grand frère « voir les bébés-souris ».

Un matin, avec d'innombrables précautions, Florence a osé toucher le corps d'un des souriceaux, dont la douceur chaude l'a émue. Ils ont compté les doigts des pattes, remarqué la grosseur de la tête et ces tout petits réseaux rouges sous la peau fine ; ils ont cherché les yeux, les oreilles, et la petite bouche démunie de dents. Isabelle a expliqué à ceux qui ne savaient pas comment les bébés étaient la maman et l'on a cherché les mamelles nourricières sur le ventre de la femelle. On apprit le même jour à reconnaître le mâle et l'on regretta beaucoup de n'avoir pu assister à la naissance-même des petits.

Depuis cette naissance, ils s'étaient fabriqué un calendrier où ils ont noté les menues observations de la journée :

— lundi 16 octobre : nous avons trouvé dix petits bébés-souris dans la cage,

— mardi 24 octobre : les bébés-souris ont des petits poils blancs, mais ils ne voient pas encore clair. Ils mesurent 6 centimètres.

Cet exemple montre aussi l'importance des élevages pour maintenir ou améliorer l'équilibre affectif des enfants, pour développer la socialisation, le sens de la responsabilité et du travail d'équipe, pour favoriser la communication sous toutes ses formes. L'intérêt des élevages est vite émoussé si les élèves retrouvent toujours les mêmes animaux. Les indications des fascicules « le vivant et les vivants » et « écologie » montreront qu'il est possible de réaliser simplement des élevages très diversifiés.

2.2.3. Intérêt porté par l'enfant à son propre corps. L'enfant se pose de nombreuses questions au sujet de son corps et se construit un système de représentations qui n'est entamé que de façon très incomplète par le savoir didactique. On a tendance à isoler les seules questions à orientation sexuelle, en séparant ces questions de l'ensemble des préoccupations, inquiétudes ou représentations que l'enfant se fait au sujet de son corps, ce qui complique d'ailleurs le problème de l'information sexuelle.

Voici quelques questions relevées au cours des exercices (questions spontanées ou réponse à l'interrogation « ce que je voudrais savoir »).

« Est-ce que j'ai les mêmes os que les poules », C.P.

« Pourquoi on nous a mis de la peau ? », C.E. 1.

« A quoi sert le nombril ? »

« Je ne dessine pas les organes qui produisent les déchets car c'est mal élevé, j'ai honte..., je n'aime pas en parler », C.E. 1.

« Qu'est-ce qui nous donne des forces ? », C.M. 1.

« Pourquoi est-ce que je ne grandis pas ? », C.M. 1.

« J'ai toujours mal à la tête, qu'est-ce qui est mauvais dans ma tête ? »

« Est-ce la faute du cerveau si on travaille mal ? »

Les événements de la vie scolaire : mensurations, visite médicale, vaccination, maladie ou vaccination d'un enfant, présentation d'une greffe du cœur à la télévision constituent habituellement le prétexte qui permet aux enfants d'exprimer leur curiosité ou leurs inquiétudes.

2.2.4. Jeux et activités techniques.

Lorsqu'on apporte des aimants, des ressorts, des lampes de poche, des clochettes, des instruments de percussion, etc., à de jeunes enfants (C.P., C.E. 1), on observe une passion du jeu beaucoup plus vive en général que chez l'enfant isolé : il n'est pas nécessaire de partir de jouets sophistiqués ou fragiles. Nous citerons à de nombreuses reprises l'importance de ce point de départ trop peu exploité.

Les jeux de constructions (Lego, Meccano, Fischer) peuvent constituer un véritable matériel scientifique lorsque les boîtes sont à la disposition des élèves dans la classe. Ce point est abordé en III B 1 et en physique I (publication séparée). Certains jouets éducatifs démontables (horloges par exemple) remplissent la même fonction.

Les exercices de construction (bateau, cerf-volant, instruments de musique, canon lance-

bouchon...) comportent normalement des étapes de réflexion scientifique si la présence du maître permet de dépasser la pratique routinière.

La manipulation des matériaux (pâte pour céramique, matières plastiques, bois en contre-plaqué) et les apprentissages instrumentaux (appareils photographiques, appareil de projection) conduisent à de nombreux problèmes scientifiques.

Il n'est pas question de détourner systématiquement le besoin de jeu de l'enfant vers des préoccupations utilitaires mais il est important d'aider l'enfant à intégrer l'apport du jeu et des activités techniques à l'ensemble de sa vie mentale en lui donnant la clé qui lui permet d'intérioriser son action, de mieux organiser son expérience et de communiquer objectivement. Une conception janséniste de l'école non seulement le coupe d'un accès important à la culture scientifique mais retarde la maturation par l'imposition de pratiques verbales stéréotypées.

2.2.5. Apports des media et des livres. Les livres de nature et les livres techniques constituent les deux catégories de livres les plus demandés dans les bibliothèques pour enfants. Ils créent une motivation et favorisent la focalisation de l'attention de la classe sur un matériel ou un être vivant introduit dans la classe.

Certaines émissions de télévision sont très suivies par les enfants (vie des animaux) ; d'autres ont frappé certains enfants par une information ponctuelle. Leur exploitation pose de nombreux problèmes au maître, il ne peut pas les suivre toutes — il est souhaitable qu'il suive occasionnellement une émission d'une série et qu'il lise un journal spécialisé —. Il n'y a pas de vécu commun à la classe — les sujets ne sont pas accessibles à l'observation directe (animaux de la savane) — le style de l'émission est pseudo-scientifique (vision anthropomorphique de l'animal), « dactarysme ».

L'exploitation des media vus ou écoutés en dehors de l'école constitue moins un départ immédiat qu'un facteur de sensibilisation et

de motivation ou une source d'informations occasionnelles exploitées au cours d'un exercice.

En fait l'exploitation des messages extérieurs à l'école suppose la pénétration des media à l'école elle-même : émissions de la R.T.S. radiovision, films de 16 mm. Par exemple certaines émissions de la R.T.S. (le printemps, les rapaces) sont spécialement destinées à une sensibilisation : après l'émission la classe est amenée à faire un projet de sortie portant sur des objectifs précis ou à rechercher des boules de régurgitation en vue d'une analyse. Il sera ensuite plus facile de lier l'écoute individualisée d'une émission à une analyse critique et une recherche active.

2.2.6. Questions et apports occasionnels. La boîte à questions, le tableau mural peuvent enregistrer des questions très intéressantes si l'atmosphère de la classe s'y prête ; par contre s'il s'agit d'un rituel pédagogique imposé, les mêmes questions scolaires se retrouveront à la même période de l'année. La correspondance scolaire permet aux enfants de partager leur étonnement. La table de sciences de la classe reçoit en dépôt le matériel collecté par les enfants au cours d'une sortie ou des vacances (fossiles, algues marines...), le maître participe à cette collecte à la fois pour la stimuler et pour l'orienter.

2.2.7. Apport de matériel didactique. Au cours des dernières années, dans tous les pays, le matériel didactique s'est beaucoup renouvelé : au matériel de démonstration servant de support au discours du maître, tend à se substituer un matériel individualisé qui se propose de guider l'élève vers des « découvertes » orientées de façon précise (par exemple jeux mathématiques). Faut-il adopter cette solution en sciences, c'est-à-dire préparer un programme défini par des mallettes de matériel ? Sans rejeter de façon systématique l'emploi d'un matériel spécialement construit pour un objectif déterminé, les équipes de recherche limitent ce type d'intervention et préfèrent les points de départ permettant une meilleure articulation avec le vécu de l'enfant.

2.3. L'action du maître dans le choix du point de départ

Deux tendances opposées se manifestent dans ce domaine : laisser l'initiative des points de départ aux enfants pour qu'ils s'habituent à exploiter et à appliquer leur vécu personnel ou orienter l'activité des enfants vers des objectifs connus grâce à un choix judicieux des points de départ. Les équipes de recherche ont adopté les principes suivants qui laissent une large place à la personnalité de chaque maître.

2.3.1. Dans toute la mesure du possible le point de départ est lié au vécu de la classe — qui ne s'identifie pas aux intérêts de certains leaders — et le maître cherche à favoriser toutes les initiatives qui amènent les élèves à décider d'exploiter un point de départ déterminé : sortie décidée en réunion de coopérative, débats sur les problèmes posés par un élevage, travail de construction ébauché par un groupe, questions et documents du tableau d'affichage, exploitation du matériel déposé sur la table de sciences, etc.

Le planning annuel des objectifs ne s'oppose pas à cette pratique : les objectifs méthodologiques peu nombreux, mais importants, peuvent être réalisés à partir des points de départ les plus différents ; les objectifs de connaissance apparaissent plutôt comme une retombée nécessaire d'une démarche efficace et non comme des notions qu'il est indispensable de savoir à un moment précis ; les exercices de structuration et les bilans décrits en III C et V permettent de les expliciter sans qu'un programme rigide soit nécessaire.

Cette disponibilité du maître favorise aussi le décloisonnement des disciplines et l'intégration des activités d'éveil décrites en III C ; par exemple les exercices de création artistique (créations musicales ; dessin inspiré par un sujet biologique, céramique...) conduisent à un moment d'analyse objective qui relance à nouveau la démarche esthétique ; l'activité scientifique peut prendre la relève d'une lecture...

2.3.2. Cependant le maître est parfois amené à choisir lui-même le point de départ. Cette directivité peut être inspirée par différentes raisons.

Il peut souhaiter amener les enfants à construire un concept déterminé grâce à l'apport

d'un matériel spécialement conçu pour cet objectif (comme les blocs logiques en mathématiques) par exemple une balance de démonstration ou une horloge jouet. Nous pensons que le nombre de concepts introduit à un moment déterminé de la progression et avec un matériel imposé est très limité à l'école élémentaire. De plus on peut éviter en général une action trop ponctuelle : un maître peut juger important de montrer le rôle du pollen dans la fécondation des végétaux avant la première sortie de printemps (recherche de la signification des chatons...), il exploitera volontairement une culture de tulipes. De même il pourra orienter l'apport de matériel pour montrer l'existence de l'air grâce au déplacement d'eau, car il s'appuiera souvent sur cette notion (ventilation pulmonaire par exemple).

L'intervention du maître dans le choix des points de départ peut répondre à une autre intention : sensibiliser les enfants à certains domaines ou à certains problèmes pour stimuler leur curiosité et leur besoin de questionner : l'enfant qui n'a jamais joué avec une boîte de construction ne s'est peut-être pas posé le problème de la fixation d'une roue, de la transmission du mouvement, de la lecture d'un plan ; l'écoute d'une émission de télévision en classe permet à la fois d'induire le besoin d'explorer l'environnement et de suivre de façon critique les émissions reçues à la maison ; l'apport de matériel mis à la libre disposition des enfants sur la table de sciences peut développer chez ces derniers le souci de porter une plus grande attention aux objets au cours des promenades et des vacances et de communiquer leur étonnement ou leur émerveillement. Dans ce cas le rôle du maître ne relève pas d'une imposition qui ne veut pas s'avouer, mais il cherche avant tout à induire des comportements actifs et dynamiques sans lesquels l'attitude scientifique ne peut s'épanouir.

3. LA FORMULATION DU PROBLEME

3.1. Les difficultés

Il ne suffit pas de s'appuyer sur un point de départ pour déboucher sur la formulation d'un problème :

le jaillissement anarchique des questions individuelles sans intérêt scientifique ne doit pas faire illusion : une démarche valable ne peut être entreprise que s'il y a un consensus de tous les participants — classe ou groupe — sur un même problème formulé dans des termes qui donnent prise à une activité objectivante : observation, expérimentation, mesure.

L'entretien joue un rôle fondamental dans cette évolution. Mais il n'est pleinement efficace que si l'action propre des enfants a pu s'exercer individuellement au cours d'une période de maturation.

3.2. Période de maturation ; importance du tâtonnement individuel

3.2.1. Les premiers propos de l'enfant sont purement descriptifs ou bien ils expriment sa vision anthropomorphique et égocentrique du monde :

« Le poisson (mobile attaché à un ressort), il en a marre de tourner toujours dans le même sens, alors il change » (C.P., 16.7.c).

« Oh ce feu rouge, qu'est-ce qui lui prend ; il ne veut pas marcher » (C.P., 16.7.a).

« C'est la clef qui fait marcher l'horloge..., le balancier, il sert à se balancer » (C.E., 12.3.a).

« Le papillon a deux ailes pour voler et deux ailes de secours ».

Non seulement de tels propos sont difficiles à exploiter, mais on observe un dialogue de sourds au niveau de la classe ; les enfants cherchent à imposer leur point de vue par affirmation autoritaire et le maître est fortement tenté de mettre fin au bavardage en imposant son problème par une ou plusieurs questions très directives.

3.2.2. A l'opposé, l'action propre de l'enfant l'amène très souvent à une formulation plus objective : c'est elle qui doit être encouragée par les questions ou suggestions du maître lorsque « le plaisir d'être cause » ne suffit pas à entretenir un tâtonnement spontané ; par exemple après avoir enlevé le balancier presque par inadvertance l'enfant découvre qu'« il sert à faire aller plus doucement ». Plusieurs exemples étudiés en III B1 montrent que le

problème ne se présente pas au début d'une manipulation ou construction technique, mais qu'il traduit une prise de conscience ou une interrogation lorsque l'enfant a acquis une certaine expérience et cherche à dominer son tâtonnement. De même l'observation continue et l'entretien d'un élevage relèguent au second plan les questions relatives aux intentions des animaux au profit de questions plus objectives « que mange la souris blanche, pourquoi grossit-elle ? ».

Le dessin, qui est un mode d'expression spontané de certains enfants devant le beau ou l'insolite, conduit souvent à des questions plus précises.

3.2.3. Parallèlement on peut observer parfois un enrichissement de l'apport initial qui étend progressivement l'intérêt à un plus grand nombre d'enfants. Un apport de coquillages marins par un enfant au retour des vacances ne justifie pas un exercice sur la mer imposé à l'ensemble de la classe : ce matériel servira d'abord à provoquer des réactions individuelles en grande partie imprévisibles (dessin, classements, travaux manuels). Mais peut-être qu'il provoquera d'autres apports centrés sur le même thème — matériel, coupures d'hebdomadaires, cartes postales — et que la convergence des intérêts permettra de poser un problème que le maître souhaitait voir aborder ou qu'il reconnaît important, alors seulement il passera à l'entretien.

3.2.4. Cette période de maturation concerne aussi le maître : elle lui donne le temps de s'informer, de chercher des documents pour les enfants, de prévoir les problèmes auxquels ces points de départ pourraient conduire et les objectifs qu'il serait souhaitable de réaliser à cette occasion.

3.2.5. L'importance de cette période n'apparaît pas dans la répartition horaire, car elle est faite d'actions individuelles et libres des élèves au cours desquelles le maître reste très discret — il est surtout à la disposition des enfants. D'autre part ces actions ne sont souvent qu'une facette d'une activité disciplinaire différente : français, mathématiques, travail manuel, etc. C'est à travers l'ensemble de la

vie scolaire que le maître prépare discrètement les activités d'éveil scientifique de la semaine.

3.3. L'entretien

Lorsque la frénésie du jeu commence à tomber et que la période de maturation a permis l'accumulation d'une expérience suffisante et conduit à un vécu commun à la classe, on peut espérer que les enfants eux-mêmes prendront une part décisive à la formulation du problème au cours d'un débat relativement bref (15 à 20 mm).

Exemple d'entretien (19.1.h).

Question posée par un élève : « que se passe-t-il à l'intérieur d'une ampoule électrique quand elle s'allume ? ».

x Maîtresse.

— Elève (la part de chaque élève n'est pas spécifiée).

x A votre avis que peut-il bien s'y passer ?

— Moi je crois qu'il y a quelque chose dedans qui devient rouge.

— Non, qui devient jaune.

x Qu'entendez-vous par « quelque chose » ?

— J'ai remarqué qu'il y a dedans comme un petit ressort fin. Je crois qu'il devient brillant et il éclaire.

— Et pourquoi il devient brillant ?

— Parce qu'il chauffe, peut-être.

— Oh, la, la ! pour chauffer il faut du temps. Et là on appuie sur le bouton, et clac ! ça éclaire tout de suite. Je ne crois pas que c'est ça.

— Moi j'ai remarqué que dans une ampoule il y a deux choses : le verre et une partie en métal jaune. Dans l'espèce de tube jaune, il y a quelque chose de noir. Ce doit être une réserve.

x Quelle réserve ?

— De poudre noire, peut-être, et quand on appuie sur le bouton, un peu de poudre passe dans l'ampoule et c'est ça qui éclaire.

x Comment une poudre noire peut-elle éclairer, tu crois ?

— Ben, du charbon c'est noir et quand il rougit, il éclaire.

x Ah ! tu crois donc aussi qu'il se produit de la chaleur ?

— Peut-être.

— Moi je ne crois pas qu'une poudre passe dans l'ampoule. Plutôt cette réserve que dit Bruno donne une vapeur jaune. C'est la vapeur qui éclaire.

— Pourtant comme dit Raymond le « petit ressort » doit servir à quelque chose. Il y a une baguette de verre aussi. Je crois que tout ça rougit.

x Pensez-vous qu'il puisse s'agir d'autre chose ? ... (silence).

x Alors récapitulons nos propositions :

1) Le petit ressort fin de l'ampoule rougit et éclaire (Raymond, Claude, Patrice).

2) Tout le métal rougit (Claudine).

3) Une poudre noire vient dans l'ampoule, chauffe et rougit comme du charbon qui brûle (Bruno B.).

4) Une vapeur se répand dans l'ampoule ; c'est la vapeur qui éclaire (Anne-Marie).

x Comment allez-vous vous y prendre pour tenter de connaître la vérité ? Car il est évident que ces hypothèses ne sont pas très justes.

— Il faudrait regarder de près.

— Oui, mais on ne pourra pas, ça fait mal aux yeux.

— Avec des ampoules faibles on n'aurait pas mal.

x Je peux vous procurer des ampoules très faibles. Est-ce tout ce qui vous manque ?

— Non, il faut les « brancher ».

— Il faut des douilles.

— Et des rallonges, avec des prises.

x Et des fiches multiples aussi car il n'y a que deux prises de courant dans la classe. Pensez-vous pouvoir rassembler cela ?

Les enfants s'engagent alors à apporter qui un fil avec douille et prise, qui une rallonge, qui une

lampe de chevet, qui une prise multiple, et les apportent en effet dès le lendemain.

La communication entre enfants et l'intervention discrète du maître assurent deux fonctions complémentaires : les apports des enfants font apparaître la grande richesse des points de vue qui échappe à l'individu isolé surtout lorsqu'il ne dispose pas des outils logiques de l'adulte, mais aussi le caractère incompatible des représentations subjectives qui s'opposent dans des discussions sans issues, l'intervention du maître, — par ses questions, suggestions, appréciations — permet de valoriser toutes les attitudes des enfants (analyses, comparaisons) et toutes les démarches opératoires (sériations, classements) qui permettent de cerner des relations objectives.

L'entretien débute souvent par un foisonnement de questions. Le maître les accepte toutes, mais la discussion qui précède leur inscription permet de redresser immédiatement certaines formulations naïves ; la question « comment le poussin est-il entré dans l'œuf » ? se trouve remplacée par la suivante « quelle partie de l'œuf a donné le poussin ? » ; d'autre part certaines représentations inexactes peuvent être rectifiées dès ce moment : « le hibou est le mâle de la chouette », « les animaux nuisibles vivent la nuit », « les vitamines sont des petites bêtes que l'on voit au microscope, on peut même les tuer ».

Le regroupement et le classement des questions autour d'un petit nombre de problèmes constitue un exercice intéressant ; dès le C.E. les enfants font preuve d'imagination et de discernement. Mais la formulation d'hypothèses conduisant à une expérimentation se fera difficilement si les enfants n'ont pas l'occasion de comparer des expériences vécues : l'échec d'une seule culture donnera simplement lieu à l'émission d'une opinion ou d'un constat ; mais si les différents essais de germination ou les cultures de radis de chaque groupe ont donné lieu à des résultats divergents, la confrontation des points de vue pourra être passionnante. D'autre part le dialogue fera apparaître des points de vue inattendus qui orienteront la démarche.

Exemple (21.2.g) C.M. 2 : Un modèle de thermomètre est réalisé à l'aide d'un ballon surmonté d'un tube droit et rempli d'eau colorée. A la question « qu'est-ce qui fait monter le thermomètre » la réponse « la chaleur » ne satisfait pas tout un

groupe et l'hypothèse suivante est envisagée « il y a davantage d'eau dans le ballon quand on le plonge dans l'eau chaude ».

Question : « d'où provient ce surcroît d'eau ? ».

Hypothèse 1 : « du récipient contenant l'eau chaude », cette hypothèse est rapidement écartée car « l'eau ne traverse pas le verre, car le ballon devrait se vidier quand il est tenu à l'extérieur ».

Hypothèse 2 : « l'eau est produite dans le ballon par l'échauffement », un élève propose la vérification suivante « un ballon bien sec à l'intérieur est placé dans de l'eau chaude ; peut-être que l'eau apparaîtra à l'intérieur ? ».

Cette partie du débat montre que le cheminement d'un groupe d'enfants est très différent de celui des adultes ; imposer une démarche tirée des manuels du baccalauréat n'aboutit pas seulement à masquer un système d'explication naïf, non entamé, mais surtout stérilise les attitudes et les structures opératoires qui permettent la pensée autonome et la construction du savoir. Mais inversement si l'adulte n'exerce pas une certaine forme de directivité par ses questions ou l'apport de matériel, par la façon dont il valorise certaines interventions des enfants, ces derniers peuvent s'épuiser en tâches descriptives et répétitives sans véritable valeur scientifique. La classe évolue d'ailleurs rapidement tant sur le plan de la formulation pertinente des questions que sur le plan du jugement critique « comment peux-tu prouver ce que tu affirmes ? » est une formule qui revient de plus en plus dans les enregistrements de séquences de classe.

Trouver à ce stade le juste équilibre entre le respect de l'autonomie de l'enfant et le souci de l'aider à dépasser ses représentations naïves constitue l'une des plus grandes difficultés des activités scientifiques, difficulté qui ne peut être résolue que dans le cadre de l'équipe pédagogique.

3.4. La décision

A l'issue de l'entretien, le foisonnement des questions s'est traduit par un certain nombre de problèmes reconnus comme tels par l'ensemble de la classe ou du groupe qui a participé au débat ; parallèlement le maître a pu réfléchir à l'intérêt

des problèmes posés pour la réalisation des objectifs souhaitables ou prévus (planning annuel par exemple) et aux possibilités des élèves de les résoudre ; il intervient dans la décision sans s'imposer. Celle-ci peut prendre des directions multiples :

3.4.1. Documentation et information

a) Certaines questions très focalisées ou purement anecdotiques donneront lieu à une recherche documentaire :

— Combien de temps vit un escargot ?

— A quelle vitesse court la gazelle ?

ou à une information très courte de la part du maître :

— « A quoi sert la rate ? ».

b) D'autres questions ne peuvent pas faire l'objet d'une démarche expérimentale au stade actuel de développement de l'enfant : « comment fonctionne le poste de télévision ? ».

Dans ce cas il n'est pas souhaitable de décourager les élèves particulièrement motivés ; il vaut mieux les orienter vers des documents de vulgarisation (le B.T. sur le soleil par exemple) qui entretiendront chez l'enfant la curiosité scientifique. L'essentiel est de ne pas organiser au niveau de classe des exercices de compilation qui se substituent à la démarche expérimentale.

3.4.2. Parfois le travail de recherche est différé. Cette solution ne devrait pas être pratiquée de façon systématique : les problèmes complexes comportent souvent des aspects simples ; leur étude permet justement de mieux

voir pourquoi d'autres questions ne peuvent être résolues actuellement ; de plus le travail sur documents apporte des possibilités déjà signalées. Mais un maître peut souhaiter limiter le nombre des obstacles et réaliser certains objectifs préalables avant d'aborder un problème difficile (par exemple nutrition des végétaux) ; d'autre part un petit nombre de sujets importants peut être réparti entre l'équipe pédagogique de l'école.

3.4.3. En général l'entretien conduit à un ou quelques problèmes (peu nombreux) qui peuvent être abordés par une démarche scientifique.

a) Quelquefois le problème est difficile ou ne motive pas certains élèves. Un groupe en travail autonome cherche des éléments de réponse et fait une courte communication à la classe ; un tel travail ne vise pas à réaliser des objectifs de connaissances au niveau de la classe, mais permet à certains enfants d'acquérir des méthodes générales de travail ou de mieux maîtriser certains objectifs spécifiques de la méthode scientifique. C'est cette perspective qui oriente l'intervention du maître au cours du travail.

b) Dans d'autres cas le maître juge que le problème permet de réaliser certains objectifs (connaissances ou méthodes) souhaitables pour tous les élèves. Il propose un travail au niveau de la classe. Dans ce cas l'entretien se prolonge par l'organisation pratique de la recherche : définition des différentes étapes, constitution des groupes et répartition des tâches, collecte du matériel et appel à des aides extérieures.

B. RECHERCHE DES ELEMENTS DE REPONSE

1. DEMARCHES SCIENTIFIQUES INTEGREES DANS LES ACTIVITES TECHNIQUES

1.1. En regroupant sous la rubrique « travaux manuels » des exercices très différents centrés souvent sur les activités traditionnelles de la femme au foyer, on a masqué leur véritable finalité, leur rôle dans le développement de l'enfant, leurs liens véritables avec des disciplines. En leur attribuant à l'opposé le monopole de la créativité avec les arts plastiques, on tend à évacuer une exigence essentielle de la rénovation pédagogique sans préciser leur véritable statut : les travaux manuels sont une composante nécessaire de nombreuses activités et étroitement associés à la réalisation d'objectifs multiples.

Issus du jeu, ils tendent à se spécifier suivant deux directions divergentes, bien que complémentaires : l'orientation artistique qui met l'accent sur l'expression personnelle et l'orientation technique qui répond à des critères objectifs généralement utilitaires. L'imbrication de ces deux domaines dans des activités concrètes de création ou de production ne doit pas faire oublier que chaque composante répond à des exigences spécifiques sur le plan des attitudes, des méthodes et des techniques. Seul l'aspect technique sera examiné plus loin ; pour des raisons de compétence, nous avons élagué la composante artistique mentionnée dans de nombreux rapports d'expériences.

La valeur éducative des activités est généralement reconnue : coordination psycho-motrice, intégration de l'apport culturel de certains milieux peu orientés vers les activités verbales, maturation de la pensée de l'enfant, mais elle n'est guère exploitée, car cette dernière fonction n'est pas assurée nécessairement par n'importe quel exercice manuel. Trop souvent ces derniers se présentent comme des activités routinières et répétitives apprises par conditionnement et imitation : on peut construire un nichoir ou une sonnerie, apprendre à se servir de pincettes ou à jouer du violon, travailler de l'argile ou enlever une tache sans qu'il y ait de véritable activité mentale. Une telle attitude est d'une part peu efficace du point de vue de la formation technique puisqu'il ne s'agit pas, dans un monde en

transformation rapide, d'appliquer des recettes stéréotypées, mais de développer l'aptitude à inventer et à utiliser efficacement des instruments, des machines, des techniques nouvelles ; de plus elle prive l'enfant de possibilités importantes de maturation de la pensée rationnelle. Dans les exercices à support verbal au cours moyen (un exercice de grammaire, un problème de mathématique à partir d'un texte) nous postulons une démarche et des concepts qui correspondent à un stade de développement avancé (2^e sous-stade du stade des opérations concrètes) alors que pendant tout le reste de la semaine l'enfant résoudra ses problèmes techniques comme ses problèmes de vie au niveau de la pensée d'un enfant de l'école maternelle (stade préparatoire) sauf les enfants de milieux privilégiés qui dans les conversations avec leur famille ou dans leurs jeux (de construction par exemple) seront habitués à appliquer des formes de pensée plus évoluées. Or non seulement l'activité technique fournit un support à ces formes de pensée dans un contexte plus motivant que les activités verbales pour certains enfants, mais c'est au niveau de l'intelligence pratique que semble d'abord se manifester l'accès de l'enfant à un stade de développement plus avancé (REY).

L'effort qui tend à interioriser les manipulations en démarches opératoires imaginées, recombinaisons, classées et nommées, à les orienter par la connaissance de relations causales, précisées souvent à l'aide de mesures, et à représenter le réel par des modèles qui permettent de déduire et de communiquer, rapproche considérablement activités techniques et démarche scientifique : c'est l'attitude scientifique qui détache la technique de la routine ; ce sont les méthodes générales des sciences : observation, mesure, expérimentation, construction de modèles qui permettent d'appliquer aux activités techniques des cadres logico-mathématiques de plus en plus complexes. La formation scientifique telle qu'elle a été définie dans la 1^{re} partie constitue par elle-même une activité technique : le scientifique ne se contente pas de penser ; la partie la plus délicate de son travail consiste « à faire la manip » suivant l'expression consacrée, c'est-à-dire à vérifier une hypothèse par une pratique expérimentale, une action, qui se traduit par la construction d'appareils, la mise au point de techniques. Les

pratiques de la science d'aujourd'hui (par exemple méthodes de mesures, d'enregistrement, d'exploitation des résultats numériques) tendent à devenir les techniques de l'industrie de demain. Inversement nous avons déjà signalé que l'activité technique constituait l'un des départs les plus féconds pour poser un problème scientifique puisque l'enfant se pose rarement d'emblée des questions scientifiques, mais cherche à résoudre d'abord un problème de vie.

L'objet de ce paragraphe n'est pas d'étudier les activités techniques en tant que telles, mais de présenter quelques exemples où celles-ci sont étroitement associées à la démarche scientifique, afin de mieux faire apparaître les déterminations réciproques de ces deux activités.

1.2. Outils et objets techniques

1.2.0. L'étude d'outils usuels sous forme de monographies ou de leçons de sciences appliquées faisait partie du programme traditionnel des écoles primaires. Les thèmes des équipes de recherche ont renoncé à imposer l'étude d'un outil, mais ont introduit cette dernière dans une perspective fonctionnelle à l'occasion des problèmes posés par l'emploi des outils dans une situation vécue ; ils ont cherché à renouveler le matériel étudié en fonction des intérêts actuels des élèves ; enfin ils se sont demandés dans quelle mesure les méthodes de la technologie de 4^e étaient transférables à l'école élémentaire. Le maniement des outils et instruments intervient constamment dans une classe qui pratique les activités d'éveil, activités de fabrication et de création portant soit sur la réalisation d'objets utiles (nichoirs, casiers), soit sur la construction de maquettes ; activités de communications au cours desquelles les enfants sont amenés à manier le magnétophone, l'appareil de projection, le duplicateur, activités diverses liées à la vie de la classe (élevages, cultures, dissections, observations à la loupe, emploi d'appareils ménagers). Au lieu de se limiter à des apprentissages ponctuels et routiniers, il est possible de s'appuyer sur les points de convergence des pratiques instrumentales pour les orienter vers le développement général de l'enfant : la situation de ce dernier face à l'objet technique est

très différente de celle de l'adulte ; l'instrument offre à l'enfant des possibilités de socialisation, de maturation psychomotrice et intellectuelle. Suivant les circonstances et le niveau de la classe cette étude peut prendre des formes très différentes.

1.2.1. L'outil ou la machine considérés comme opérateur technique (ce mot est pris au sens large : rapports de l'objet technique avec l'utilisateur et le milieu). Placé seul devant un problème technique : « comment couper un fil de fer avec des pinces universelles », « quels clous choisir et comment doit-on se servir du marteau pour enfoncer un clou sans fissurer le plancher ? »... l'enfant tend à se servir de l'outil comme s'il prolongeait sa main et à ajuster sa conduite par tâtonnements trop souvent instinctifs. Placé dans une situation de communication qui oblige l'enfant à une analyse objective, à la représentation de ce qu'il fait en vue d'une explication, il est amené à découvrir et à formaliser une pratique conforme à la logique de l'instrument. Même les « boîtes noires » qui tendent à se multiplier peuvent être étudiées comme opérateurs techniques. Pour se servir d'une perceuse il est nécessaire de se poser de nombreuses questions : quelle est la tension, la puissance est-elle suffisante, quelle vitesse de rotation utiliser, quelles sont les caractéristiques de la mèche, faut-il appuyer sur l'outil ? La comparaison de photographies plus ou moins réussies avec différents appareils permet de faire apparaître les variables : sensibilité de la pellicule, distance, diaphragme, temps de pose. La démystification des boîtes noires permet de réagir contre une économie de gaspillage ; de plus, le choix de l'instrument qui répond à une fonction précise, l'étude préalable de l'objet technique pour l'employer suivant sa logique propre avec efficacité, sécurité... développent une attitude qui constitue le point de départ de toute formation technique.

Mais parallèlement ces exercices contribuent à la formation scientifique et au développement général de l'enfant. La logique de l'outil impose constamment un effort d'objectivité. La séparation des variables indépendantes que l'enfant a tant de peine à réaliser est matérialisée par les différents boutons de commande de l'appareil (température et durée de cuisson

pour la râpette) ; si l'enfant intériorise ces pratiques par la recherche de la signification et s'il les exprime par le langage ou d'autres codes, il s'habitue peu à peu à une approche analytique des situations. La manipulation des objets techniques permet la découverte de nombreuses relations causales qui peuvent donner lieu ultérieurement à des exploitations (manipulation de pinces débouchant sur une étude des leviers) mais qui constituent avant tout un fonds d'expérience sur lequel l'enfant s'appuie pour s'étonner ou pour interpréter une observation de façon critique : que signifie l'attraction pour un enfant qui ne connaît pas d'autres causes d'adhérence entre objets ? Cette éducation n'est possible que si l'enfant a l'occasion d'employer des objets techniques variés et s'il se trouve dans une situation qui permet autonomie et communication.

1.2.2. Etude des différentes fonctions techniques d'un instrument et de leur rapport.

Un certain nombre d'objets usuels peuvent facilement être démontés par les enfants : il est possible d'individualiser des sous-systèmes ayant chacun une fonction définie. Un point de départ motivant semble nécessaire : pour les jeunes enfants du C.P. c'était le plaisir d'ouvrir la lampe-torche, d'allumer et d'éteindre l'ampoule et de faire chercher la panne à un camarade. Pour une classe de C.M. l'étude de l'aspirateur a été orientée par la mise en évidence préalable par différents procédés d'un courant d'air traversant l'appareil. L'exemple décrit ci-dessus montre qu'une démarche souple, centrée sur les découvertes de l'enfant peut conduire à un acquis effectif si le maître sait exploiter les situations et orienter ses interventions à partir des objectifs dégagés.

La batteur mécanique, 5 classes de C.M. mixtes, 28 à 32 élèves (15.1.e).

a) Objectifs. L'intention pédagogique initiale était d'établir la correspondance entre une fonction technique et une structure et de comparer les différentes solutions apportées à ce problème.

Au cours de la recherche, un certain nombre d'objectifs complémentaires ont été réalisés :

— décomposition d'un objet en sous-systèmes et mise en évidence des interactions entre les différentes parties,

— transmission d'un mouvement suivant 2 axes perpendiculaires par un système d'engrenages,

— mesure du rapport entre le nombre de tours des deux parties mobiles, encadrement de la mesure ; mise en évidence des causes d'incertitudes ou d'erreurs,

— relativité du mouvement, recherche de repères objectifs ; réversibilité des mouvements.

b) Conditions du travail : Les élèves travaillent par petits groupes (3 ou 4 enfants) sur du matériel qu'ils ont apporté. Au cours de ces phases les élèves tâtonnent, font des découvertes qui seront exploitées ensuite au cours du dialogue par classe entière, en particulier le constat des divergences conduit à la mise au point de méthodes précises de mesure. De ce fait, l'ordre des problèmes étudiés, la méthode employée présentent des variations importantes suivant les classes ; variation que le compte rendu masque en partie.

c) Problèmes étudiés

— A l'occasion de la préparation d'œufs en neige les élèves comparent l'efficacité du batteur mécanique, du fouet et de la fourchette ; ils concluent « le batteur est pratique (fatigue minima) et va vite ».

— Pourquoi les fouets tournent-ils si vite ? Les enfants mesurent les rapports des vitesses entre les grandes roues actionnées par la manivelle et les petites roues actionnant le fouet, cette recherche conduit à la recherche d'un repérage et à celle des causes d'erreurs : pourquoi dans un même groupe tout le monde n'a-t-il pas le même résultat ? Les élèves découvrent les variables aléatoires tenant au batteur (jeu) et à l'imperfection du repérage.

— Comment se fait la multiplication de la vitesse de rotation ? Les élèves dégagent la relation de proportionnalité inverse entre le nombre de dents et le nombre de tours de chacune des deux roues dentées de l'engrenage.

— Comment est organisé le batteur ? Cette question est motivée suivant les classes par les exigences de la représentation sans directive

préalable du maître ou par l'intention de construire un batteur. Grâce aux manipulations et aux exercices préalables les élèves décrivent, nomment spontanément les différents sous-systèmes représentés souvent par des couleurs différentes : le bâti, la grande roue ; la comparaison des différents batteurs conduit à de nombreuses découvertes sur les matières employées (matière plastique ou métal ; problème de la rouille, de l'usure, du bruit) et sur l'organisation de l'instrument (grande roue à bosses et creux entraînant usure et fonctionnement intermittent ; grande roue à trous d'où jeu et bruit ; transmission par roues type pignon denté ; jeu et frottements réduits, appareil silencieux).

d) Contrôle

— Exercice de construction : réalisé spontanément par quelques enfants en dehors de l'école ; réalisé dans certaines classes avec du matériel Fischer-Teknik ou Lego.

— Schéma du batteur : exact dans l'ensemble ; beaucoup d'enfants emploient spontanément des couleurs pour représenter les différents sous-systèmes. Les principaux défauts relevés sont : l'axe de la manivelle est distinct de l'axe de la grande roue (2/28) ; la grande roue et la petite roue ne sont pas en contact (2/28) ; d'autre part quelques élèves n'ont pas pu représenter l'engrenage de profil.

— Exercices numériques portant sur les rapports entre le nombre de dents et le nombre de tours (tableaux à compléter).

— Contrôle de l'acquis de la réversibilité opératoire « on tient le batteur par la poignée ; de l'autre on fait tourner le fouet » — écrivez le nom des pièces qui transmettent le mouvement à la manivelle dans l'ordre de la transmission ; écrivez les noms des pièces dans l'ordre où elles transmettent le mouvement au 2^e fouet.

1.2.3. Extension : L'étude d'un outil dans une perspective se prolonge souvent par une étude comparative (déjà signalée à l'occasion du batteur). Dans certains cas, l'hétérogénéité du matériel apporté par les enfants (batteurs, tire-bouchons) conduit après une découverte intuitive du mode de fonctionnement à un exercice de classement fondé sur des critères fonc-

tionnels et non descriptifs ; distinction entre les tire-bouchons qui tirent le bouchon et ceux qui le poussent ; classement des tire-bouchons à traction suivant le système multiplicateur de la force de la main. Dans d'autres cas cette étude comparative apparaît comme une extension.

La comparaison des différentes formes de mar-teaux permet d'établir de façon beaucoup plus rigoureuse la corrélation entre forme et fonction technique. L'étude comparée de différents types de pinces permet en plus de découvrir un même plan d'organisation que les élèves expriment par un schéma et qui les conduit à la notion de levier.

Enfin l'étude comparative des objets techniques assurant une même fonction a été parfois placée dans une perspective historique : évolution des outils de coupe à l'occasion de l'étude d'un silex taillé ; évolution des moulins de la région.

1.2.4. Observation

Dans les exemples cités ci-dessous nous avons insisté sur la nécessité de se détacher de l'objet technique pour permettre l'application de la pensée rationnelle ; mais cette exigence ne doit pas entraîner un faux intellectualisme : la réflexion est toujours étroitement encadrée par l'action. Non seulement elle constitue le point de départ mais elle traduit une certaine atmosphère de la classe : l'enfant est constamment amené à se servir des outils pour construire et créer ; ils sont à sa libre disposition ; l'élève est capable de choisir les instruments, de les entretenir, de les ranger, d'appliquer les règles de sécurité.

1.3. Les matériaux

L'étude des matériaux pose les mêmes problèmes que celle des objets techniques : substituer une approche fonctionnelle à la monographie traditionnelle d'un objet imposé, développer l'aptitude à utiliser une matière première inconnue et non apprendre les propriétés de quelques matériaux actuellement répandus, développer une attitude scientifique au cours de cette approche.

1.3.1. Etude d'un exemple : tissu et fibres textiles (16.4.c)

A la suite d'une exposition de costumes les élèves sont amenés à faire un travail de création à partir d'échantillons de tissus ramenés de la famille. A l'occasion de ces exercices non décrits trois types de problèmes techniques et scientifiques ont été abordés. Le tableau ci-dessous p. 104 et 105 ne traduit pas la succession chronologique exacte des exercices mais exprime le bilan du travail, bien réalisé avec la classe à la fin de l'exercice.

1.3.2. Intérêt de cette étude

Actuellement les élèves arrivent à la fin de la scolarité obligatoire en ignorant trop souvent l'origine et les propriétés des matériaux les plus usuels ; il en résulte une source de casse, de gaspillage et d'accidents moins à cause de l'ignorance de connaissances pratiques ponctuelles que de l'incapacité à poser un problème technique en terme précis et à observer les effets d'une intervention. De plus la lutte contre les causes d'épuisement des ressources naturelles et de la pollution prend un caractère moins formel lorsque l'enfant a découvert des rapports précis, par exemple lorsqu'il a établi la correspondance entre la consommation de papier de la ville et la surface de forêt disparue.

D'autre part l'étude des matériaux conduit à des attitudes et des méthodes qui sont caractéristiques de la pensée scientifique ; définir une propriété sous une forme opératoire et si possible quantitative ; faire des mesures dans des conditions significatives (qui sont reproductibles et qui n'altèrent pas le phénomène étudié).

1.4. Activités de construction

Toutes les activités techniques y compris la cuisine, le lavage du linge peuvent donner lieu à une approche intelligente et en particulier scientifique ; parmi elles les exercices de construction tiennent une place privilégiée, car ils répondent au besoin de création de l'enfant.

1.4.1. Les boîtes de construction

De nombreux élèves disposent de jeux de construction et certains apportent leurs réalisations en classe. Pour permettre à tous les élèves de profiter de cette formation et pour éveiller les intérêts technologiques des filles, les maîtres de plusieurs classes d'expérience (45 environ) ont mis des jeux de construction à la disposition des élèves.

Ces boîtes sont d'abord à la libre disposition des enfants. Au cours des jeux ces derniers découvrent la fonction des différentes pièces et apprendront ultérieurement à les nommer. Parallèlement l'enfant est amené à des habitudes d'ordre, de méthode et la précision des gestes se développe (serrage des écrous par exemple). De nombreux exercices de classement sont possibles suivant des attributs aussi nets que ceux des blocs logiques. Dans ce domaine, les jeux de construction présentent 2 avantages sur ces derniers : le nombre des attributs est beaucoup plus élevé et chaque élève peut inventer un nombre indéfini d'exercices comportant des classements, des partitions, etc., d'autre part les attributs utilisés ont une signification fonctionnelle ; l'activité logico-mathématique ne se ferme pas sur elle-même, mais permet de construire des concepts de technologie ou de mécanique. Une fois familiarisés avec les boîtes, les enfants sont amenés à s'en servir fréquemment pour résoudre un problème ou pour exprimer le résultat d'une recherche.

a) Transmission du mouvement des ailes d'un moulin (axe vertical) à la meule (axe horizontal) (C.M.). Par tâtonnement et essais les enfants parviennent à obtenir un dispositif qui fonctionne. L'analyse du modèle réalisé et de son fonctionnement conduit ensuite à une explication du mode de transmission du mouvement et à la mise en évidence de relations quantitatives.

b) Construction (C.E.)

Les enfants font d'abord la construction par petits groupes en choisissant le matériel. Puis les différents modèles construits sont comparés : la construction répond-elle bien au problème posé ? Est-elle techniquement valable : problème des frottements, du jeu, des risques de

PROBLEMES POSES	OBJECTIFS RECHERCHES		EXERCICES REALISES (C classe entière, G travail de groupe, I travail individuel)	
	Acquisition de connaissances (1)	Acquisition ou renforcement de méthodes de travail ou de techniques		Extension ou contrôle
1) Comment sont agencés les fils d'un tissu ?	Notion de trame et de chaîne. Un tissu est caracté- risé par : — la nature du fil, — le motif (rapport trame-chaîne), — la densité des fils après densité. La structure du tis- su détermine les rè- gles de coupe et de repassage.	Mise en évidence, analyse et représen- tation de l'unité qui définit le tissu par succession rythmi- que. Dénombrement pré- cis (à la loupe) du nombre de fils par unité de surface. Réalisation d'une enquête.	Analyse d'un tissu : recherche de module et codage (G). Explication des règles de coupe et de repas- sage : enquête (I) puis entretien (C).	Fonctionnement du métier à tisser et réalisation d'un tis- su de module sim- ple (G facultatif). Recherche docu- mentaire sur le pas- sage du tissage ar- tisanal au tissage industriel (G puis exposé C).
2) Comment est constitué le fil ?	Notion de brin et de fibre. Définition du câbla- ge (retors). Compréhension des indications portées sur les bobines ou les emballages.	Mesures : poids d'une longueur don- née de fil, diamètre.	Observation de la structure d'un fil de coton et de laine. Représentation de la structure observée (G et I) Détermination du poids au mètre (G). Lecture d'étiquettes et interprétation (G et C).	Examens de vues microscopiques pour expliquer la cohé- rence du fil (C). Le rouet et le filage de la laine (G et ex- posé C).

(1) Certaines connaissances sont acquises à titre temporaire ; d'autres seront renforcées pour fournir des repères permettant de situer les fibres nouvelles, il ne s'agit pas d'apprendre des recettes, mais de comprendre les notions ou processus et de savoir observer les caractéristiques et les altérations d'un tissu.

EXERCICES REALISES (C classe entière, G travail de groupe, I travail individuel)			
PROBLEMES POSES	OBJECTIFS RECHERCHES		Extension ou contrôle
	Acquisition de connaissances (1)	Acquisition ou renforcement de méthodes de travail ou de techniques	
3) Quelles sont les propriétés des différents fils qui expliquent leur usage et permettent de les reconnaître ?	Identification de fibres de laine, coton, nylon... Propriétés pratiques de ces fibres expliquant usages, règles de repassage et de nettoyage.	Réalisation d'une enquête en milieu familial. Expérimentation : imaginer un montage ; rechercher des conditions permettant d'obtenir des résultats comparables et représentation des résultats.	Lecture commentée d'étiquettes (G). Etude de cas (ex. : draps), quels sont les critères (prix, agréments, commodité d'emploi) qui peuvent guider un choix (I et C).
		Enquête sur les propriétés et usages des différentes fibres textiles (I). Etude expérimentale des propriétés suivantes : pouvoir absorbant, pouvoir isolant, résistance à la traction, action de la chaleur sèche et humide.	

panne ? Le modèle choisi est ensuite représenté par un croquis puis réalisé au cours d'un exercice de contrôle.

1.4.2. Exercices de fabrication impliquant la transformation de matériaux à l'aide d'outils

a) Construction d'un piège à souris (C.M., 11.2.c). Les élèves intrigués par les souris qui se promènent dans la classe (1) se proposent d'attraper une souris vivante. Au cours de la 1^{re} séance les enfants dessinent des plans de piège. Ces idées sont discutées au cours d'une 2^e séance ; certains schémas ont été enrichis par les suggestions des parents. Il se dégage une condition essentielle : la sensibilité de la pièce qui doit fermer rapidement l'entrée, en fonction du poids de la souris ; une autre condition est déterminée par la possibilité de récupérer la souris vivante. Certaines idées originales ne sont pas réalisables : par exemple : vouloir déclencher un piège en faisant ronger un fil de nylon par la souris. Pour permettre aux enfants de rectifier leurs plans en limitant le nombre de tâtonnements, le maître présente un piège construit par une autre école. Faute d'équipement, le maître suggère aux élèves de réaliser le piège à la maison ; une équipe sur 4 seulement réalisera son plan et apportera un piège qui permet effectivement de capturer et d'observer les souris de la classe.

b). Construction d'un pont-levis (C.M., 01.1.k). A l'occasion de la visite d'un château-fort les élèves sont intéressés par les restes du pont-levis.

Les élèves travaillant par petits groupes recherchent une solution au cours de tâtonnements libres. Les différentes solutions sont confrontées ; sur 4 essais 2 sont reconnus valables ; ils reposent sur l'emploi du treuil alors que le maître s'attendait à un dispositif à bascule.

Puis la classe réalise le pont-levis à grande échelle. Le pont était représenté par un panneau de basket. Il a fallu construire un por-

tique, puis le treuil. De nombreux problèmes techniques se sont posés : construction du support, montage du tambour, construction de l'axe du tambour (assemblage de deux manches d'outils) et fixation dans le tambour. Les problèmes techniques ont donné lieu à des recherches expérimentales : par exemple, étude comparée de l'action du bras de levier de longueur différente dans le montage de la manivelle. L'intérêt de l'expérimentation n'apparaît pas toujours immédiatement : devant un échec les enfants ont souvent tendance à se limiter à de longues discussions oiseuses pour commencer. Parallèlement les enfants sont amenés à la découverte intuitive de certains principes de physique comme celui de l'action et de la réaction : en calant un morceau de bois pour enfoncer des clous les enfants ont découvert la réaction du mur sur l'estrade et celle de l'estrade sur le bois lors du choc du marteau.

1.4.3. Construction de modèles en vue d'une explication technologique ou causale. Dans certains cas les enfants ne construisent pas une maquette à la fin d'une étude pour traduire une organisation ou un fonctionnement établis au préalable, mais ils s'appuient sur une activité de construction pour découvrir ou préciser une observation ou pour vérifier une hypothèse relative au fonctionnement ; il s'agit dans ce cas d'une véritable activité modelisante — donc d'un des aspects les plus caractéristiques de la pensée scientifique — lorsqu'il y a un va et vient effectif entre l'objet et le système construit par l'enfant. Des scientifiques pensent que souvent l'emploi de certains modèles (comme le modèle moléculaire) par les enfants de l'école élémentaire est mauvais au point de vue pédagogique ; dans le cas des modèles simplement représentés, le danger de les identifier à l'objet réel risque de leur attribuer un réalisme qui crée des dangers de confusion certains. Par contre lorsque l'enfant construit des modèles matériels lui-même, lorsqu'il les retouche en fonction des données de l'expérience pour les vérifier à nouveau, il ne risque pas de confondre l'objet et sa représentation symbolique : l'enfant découvre spontanément sur un support concret un mode de raisonnement très général qu'il apprendra à abstraire au cours du 1^{er} cycle.

(1) Classe rurale proche de granges.

a) Construction d'une jauge de cuve opaque (cf. page 55). Toute la construction était orientée par la recherche d'une explication et les retouches successives du modèle ont permis de découvrir certaines relations ignorées antérieurement, par exemple le fait que le liquide se trouve sur un même plan horizontal lorsque la pression de l'air est la même au-dessus de la jauge et du réservoir.

b) Réalisation d'un modèle de coquille d'Anodonte (C.M. 1). Après avoir analysé le déplacement de l'Anodonte et vu le rôle du pied qui s'allonge, les élèves attribuent le déplacement à la traction du pied. Un élève — orienté en partie par une suggestion de la maîtresse — réalise le modèle suivant : 2 rectangles de carton rigide représentant les valves qui sont rattachées par un bracelet de caoutchouc fixé par des attaches métalliques. Puis il effectue une démonstration à l'aide du modèle : il allonge l'élastique, fixe l'élastique maintenu par le pouce droit et commente « le pied s'enfonce dans le vase et s'élargit » puis il lâche les cartons entraînés par l'élastique « la coquille avance ».

En biologie, la réalisation du modèle comme le mime permettent souvent d'aboutir à un premier niveau d'explication lorsque les supports mécaniques du mouvement sont seulement saisis de façon intuitive. Le modèle permet ensuite de trouver d'autres modes d'expression.

1.4.4. Problèmes généraux posés par les exercices de construction. Plusieurs questions ont préoccupé des maîtres de façon très générale.

a) Comment situer l'exercice de construction par rapport à l'étude d'objets techniques déjà réalisés et qui remplissent la même fonction ? Dans la plupart des cas les maîtres ont évité de donner un modèle au départ pour permettre aux enfants de trouver des solutions originales et pour leur faire découvrir les servitudes concrètes qui empêchent un modèle possible d'être fonctionnel. Certes l'enfant n'invente pas sans s'appuyer sur un acquis ; mais en évitant de lui imposer ou de lui suggérer une solution, on l'amène à mobiliser son expérience scolaire et extra-scolaire et à réutiliser des éléments pour réaliser une combinaison nou-

velle, ce qui est le propre de la création. Les exercices de construction supposent donc parallèlement un enrichissement de l'expérience à l'occasion du maniement des objets techniques et des matériaux ; cette attitude d'intégration est facilitée si la pratique de la classe permet de trouver des occasions où ces études seront pratiquées de façon motivée dans une perspective fonctionnelle. Dans certains cas l'effort de création aboutit à un échec et le maître intervient en présentant des solutions possibles qui seront discutées. Enfin l'étude de l'objet technique constitue parfois l'intérêt premier et permet la découverte de relations complètement nouvelles ; tel a été le cas du travail relatif aux horloges démontables étudiées avec un intérêt très vif dans de nombreuses classes (12.3.a) ; dans ce cas l'exercice de construction se présente comme un contrôle de l'acquis.

b) L'exercice de construction peut-il être réalisé dans le cadre d'un projet ou faut-il se contenter d'un tâtonnement orienté ? Chez les jeunes enfants les stades de conception et de réalisation sont peu distincts : le projet se précise peu à peu à la suite des tâtonnements individuels ou des corrections provoquées par la confrontation des points de vue. Au cours moyen, les méthodes de résolution sont plus diversifiées : tantôt les élèves procèdent par approximations successives en partant d'une ébauche faite directement avec le matériel ; dans ce cas le schéma de la construction est réalisé après coup (cf. jauge de cuve opaque) ; tantôt les enfants imaginent d'abord un projet matérialisé par un plan et discutent parfois sur plan avant de penser à la réalisation pratique (cf. piège à souris).

c) Y a-t-il intérêt à alléger le travail manuel en utilisant les boîtes de construction ou vaut-il mieux construire des objets à partir des matières premières normales ? La 2^e solution permet d'initier l'enfant aux propriétés des matériaux et aux techniques de fabrication ; elle le familiarise davantage avec l'ensemble des problèmes posés par la réalisation des objets. Mais son emploi exclusif tend à développer une mentalité de bricoleur : elle détourne l'esprit des conditions réelles de la production industrielle et elle élimine de nombreux matériaux ; elle tend à multiplier les tâches matérielles et

répétitives et détourne souvent l'esprit de l'étude des fonctions techniques et des relations causales mises en jeu.

Conclusion : Les activités techniques constituent l'un des préalables de toute initiation scientifique à l'école élémentaire, à condition de déboucher sur un effort d'intériorisation et de réflexion ; elles proposent des situations mathématisables très diversifiées qui permettent à l'enfant d'appliquer les cadres logiques de la pensée et de les préciser ; elles l'habituent à la découverte de relations causales par la manipulation des objets : découverte objective des propriétés, mise en évidence d'interactions précises entre les éléments d'un système, séparation de variables indépendantes, mesure de grandeurs. Sans cette expérience de base, l'enfant est incapable de poser un problème dans le domaine physique ; l'initiation scientifique risque de lui apparaître comme une activité ponctuelle et imposée, un moment de l'emploi du temps qui se situe en dehors de son vécu.

2. OBSERVATION

2.1. Qu'est-ce que l'observation scientifique ?

Elle est souvent conçue comme un exercice sensoriel portant sur un objet imposé et débouchant sur une acquisition de vocabulaire : le sujet recherche un réel préexistant en dehors de lui et sur lequel il n'intervient pas au cours de l'exercice « c'est l'objet qui détient la vérité » (Instructions de 1957).

Cette conception traditionnelle masque 3 aspects essentiels de l'observation scientifique : c'est une opération investigatrice, c'est-à-dire orientée par une question, une démarche intellectuelle et non purement sensorielle qui s'organise en fonction des cadres logico-mathématiques du sujet et qui permet de trouver des relations entre les objets, une démarche où le sujet intervient souvent de façon active par ses outils et ses instruments.

2.1.1. L'observation est investigatrice. Même l'observation courante est orientée par les in-

térêts du sujet, par une question précise ou confuse. L'observation prend un caractère scientifique dans la mesure où la réaction d'étonnement dépasse les simples besoins immédiats du sujet pour saisir une relation entre les objets qui met éventuellement en question le savoir antérieur (01.1.b et 06.2).

Ex. : Des enfants qui avaient élevé l'année précédente des vers à soie s'étonnent de voir que 9 chenilles de Piéride du Chou se trouvent entourées « d'œufs jaunes », car ils savent que les papillons seuls pondent des œufs. Cette réaction d'étonnement les conduit à une observation continue ; les chenilles ne se transforment pas en Chrysalides, mais des « œufs » sortent de petits insectes : la Piéride était parasitée. La documentation a permis de prouver au maître comme aux élèves qu'il s'agissait effectivement d'un phénomène de parasitisme : les « œufs » étaient les nymphes entourées d'un cocon d'un Hyménoptère porte-tarière (Apatiles) qui pond ses œufs dans les chenilles d-Piéride.

2.1.2. L'observation est une activité intellectuelle tant au niveau de la phase investigatrice qu'au niveau de l'interprétation. Le choix d'un critère permettant d'établir une relation entre les objets conduit souvent à faire abstraction des sensations les plus vives — les aspects de la flamme au cours d'une réaction chimique, la couleur du pelage du lapin et les impressions provoquées par son contact — pour ne retenir que les éléments permettant d'établir la disposition relative des différentes parties, de comparer une forme à une forme déjà connue, de définir une chronologie ou une évolution. Pour établir par exemple le plan d'organisation d'un rameau feuillé, il faut faire abstraction des caractères les plus voyants des feuilles et de tous les autres caractères qui retiendraient l'attention d'un peintre pour ne retenir qu'un élément : la tige est formée par une succession d'entre-nœuds portant un bourgeon à chaque aisselle de feuille et qui se forment par déboîtement des éléments préformés dans le bourgeon terminal. Le critère organisateur de l'observation au cours de celle-ci ne doit pas être confondu avec la relation dégagée par l'interprétation : cette dernière résulte d'une confrontation avec l'ensemble du connu. Dans l'exemple ci-dessus l'interprétation consistera

à tenter une généralisation en comparant des tiges herbacées et ligneuses, à dégager la conclusion « une feuille isolée ne pousse jamais directement sur une branche », à établir une règle permettant de déterminer l'âge d'un rameau à partir du nombre de collerettes annuelles ; c'est la recombinaison des données de l'observation ponctuelle, en particulier par des opérations de classement et de sériations, qui permet de construire la plupart des catégories premières de la pensée scientifique : propriétés (conducteur, isolant), substances (qu'est-ce qu'un métal ?), fonctions biologiques ou techniques, classifications, cycles de développement, plans d'organisation. Exemples : dissections, dissection de l'œil de bœuf (C.E. 2, 09.4.b et c). Dans d'autres cas l'interprétation consiste à considérer la corrélation observée comme une relation causale ; dans ce cas, il est particulièrement important de distinguer l'observation de l'interprétation : l'observation isolée ne peut conduire qu'à une hypothèse trop souvent masquée par une affirmation ; seule l'observation systématique (astronomie) ou l'expérimentation permettent de confirmer cette hypothèse.

L'observation scientifique n'est pas radicalement différente de celle du chasseur ou du commerçant qui prête une attention aiguë aux réactions du client — il suffit de penser au rôle joué par les marchands de draps hollandais aux origines de la biologie —. Mais l'observation scientifique se spécifie progressivement par la précision des cadres logico-mathématiques qui servent à la conduire et la rigueur que s'impose le sujet pour organiser les données en un système de relations. L'observation naïve du jeune enfant ne souffre pas habituellement d'un déficit sensoriel, mais reflète les aspects spécifiques de la pensée enfantine, son égocentrisme et son caractère syncrétique. L'éducation de l'observation comporte certes l'acquisition d'un savoir-faire spécifique (cf. 2.1.3), mais elle consiste avant tout à favoriser l'aptitude à découvrir un système de relations entre les objets, à développer une vision du monde déterminée de plus en plus par les cadres de la pensée rationnelle. Il importe de supprimer la coupure entre une pseudo-observation réduite à des exercices sensoriels et des pratiques opératoires pseudo-mathématiques parce que routinières et limitées à des ob-

jets conventionnels ; la maturation des cadres logico-mathématiques et la possibilité de les appliquer efficacement à des situations diversifiées dépend en partie d'une éducation de l'observation de l'enfant en situation d'autonomie et étroitement associée à ses actions.

2.1.3. L'observation n'est pas un simple constat au cours duquel le sujet reste passif : l'observation directe et globale se prolonge le plus souvent par des examens beaucoup plus focalisés à l'aide d'instruments, instruments d'optiques ou de dissection, techniques d'enregistrement ou de sondage. Une observation valable n'est possible que si la pratique instrumentale est maîtrisée ; même l'utilisation de la loupe suppose un apprentissage. De plus une étude critique de l'action de l'observateur est nécessaire : l'observation du comportement d'un élevage modifie souvent le phénomène observé (éclairage, présence de l'observateur). Enfin la superposition de données différentes : observation directe, photographies, films, etc. impose un effort de reconstruction et de synthèse. La plupart des figures des manuels (Paramecies, Bactéries) sont des reconstitutions qui ont parfois demandé un gros effort d'imagination.

2.1.4. Les données de l'observation doivent être communicables : l'effort de recherche individuel ne débouche sur un acquis objectif que si l'observation conduit à l'élaboration d'un document qui décrit les relations mises en évidence et les conditions précises qui permettent de la reproduire. La communication verbale impose un certain registre de langage et conduit à l'élaboration d'un vocabulaire spécifique ; elle doit être complétée en général par d'autres traces. Actuellement le dessin a cessé d'être le mode de communication privilégié en biologie, mais il garde certaines fonctions spécifiques : interpréter une photographie pour permettre les repérages et les interprétations, représenter un détail significatif. Par contre les modes de représentation symboliques tendent à être valorisés (schémas structuraux ou fonctionnels) ; très souvent on est amené à introduire des conventions normalisées (diagrammes floraux, schémas de montages électriques).

2.2. Les formes et les stades de l'observation. Avant de passer à l'observation systématique il faut dégager le critère qui permet de l'orienter et de l'organiser ; si le maître renonce à l'imposer à l'aide d'un questionnaire préfabriqué, une période préalable d'observation divergente est indispensable à partir d'une situation perçue d'abord globalement, souvent qualifiée de « sauvagerie ».

2.2.1. *L'observation spontanée, libre ou divergente*

a) On peut d'abord classer sous cette rubrique les observations fortuites et occasionnelles que les élèves sont amenés à faire au cours de la vie de la classe, des sorties, ou en dehors du cadre scolaire. Ces observations anarchiques et fugaces gênent parfois le maître à cause du tour imprévu que prennent les activités scolaires : le maître avait prévu une visite du château-fort à orientation historique et les élèves s'attardent à suivre l'évolution des canards dans les douves du château ; la classe avait prévu d'observer le stade de développement de la haie et les élèves sont passionnés par le comportement des mantes religieuses qu'ils viennent de découvrir ; l'élève qui était venu soigner les poissons est fasciné par le spectre de décomposition de la lumière provenant d'un rayon de soleil décomposé par un angle de l'aquarium. Quelquefois le maître est amené à changer ses projets pour exploiter cette observation : les enfants observeront avec précision la capture des proies chez la mante religieuse ou la ponte de l'escargot, car ces occasions ne se représenteront peut-être pas ; dans d'autres cas il se limitera à un constat sommaire. Mais il est essentiel de favoriser chez l'enfant l'aptitude à s'étonner, à poser des questions, à soulever des problèmes. La pratique spontanée de l'observation libre en dehors de l'école, matérialisée éventuellement par une trace précise (notes ou dessins) constitue un indicateur important de réussite des activités d'éveil. D'autre part, l'observation spontanée accompagne constamment l'action ; elle permet d'ajuster l'emploi d'un outil, de rectifier une technique mal adaptée à une situation nouvelle : que de gâchis pourrait-on éviter ainsi au cours des exercices de construction, dans la réalisation des cultures et des élevages ! Les sciences ne constituent pas un compartiment précis de la semaine scolaire, mais l'activité

scientifique, en particulier l'observation, accompagne constamment toutes les formes d'activités ; cette éducation constitue aussi un aspect important de la formation pré-professionnelle.

b) Dans d'autres cas, l'observation divergente constitue la première étape de l'observation se rapportant à l'étude d'un sujet préalablement choisi. Dégager soi-même un critère qui permet d'organiser la perception est aussi important que de savoir faire une étude méthodique en fonction d'un critère donné à l'avance. C'est encore beaucoup plus important pour les enfants car les cadres de l'observation systématique imposés par l'adulte sont souvent totalement étrangers à leurs représentations et leurs intérêts. L'observation de l'enfant est d'abord prescrite par les besoins subjectifs et par les réactions affectives — peur de la mante religieuse ou admiration du petit hamster que l'enfant se plaît à caresser. Elle tend à privilégier un tout petit détail ; elle se traduit souvent par une énumération divergente de constats sans idée directrice ; les notations incorrectes sont fréquentes ; les propos des enfants mêlent souvent le réel et l'imaginaire ; l'observation syncrétique conduit fréquemment à des hypothèses hâtives. Par exemple les enfants du C.M. 2 décrivent ainsi le contenu des pelotes de régurgitation de la Chouette (12.1.b) — matériel dont l'origine leur était inconnue : « J'ai vu des poils et des ossements », « ... des mâchoires et des crânes », « ... quelques asticots, une feuille », « ... des crânes d'oiseaux » — les deux dernières interprétations sont erronées.

L'observation spontanée suppose motivation et communication. Au cours de cette période la possibilité de manipuler librement apparaît très importante non seulement comme élément de motivation, mais comme source d'informations objectives. Une orientation nouvelle peut alerter l'attention, rendre visible un détail jusqu'alors dissimulé. Le toucher et l'ébauche d'expérimentation qui l'accompagne permettent souvent de découvrir des propriétés nouvelles, densité, déformabilité, friabilité. D'autre part la communication est parfois difficile : l'enfant ne sait pas s'exprimer ou ne veut pas parler. Après 20 minutes d'observation passionnée d'un oiseau exotique un enfant de 7 ans se contente de déclarer « que ses pattes sont minces ! ».

Le dessin libre constitue souvent un moyen de déblocage ; de façon générale l'atmosphère de la classe joue un grand rôle ; le maître ne doit pas être trop pressé et profiter des circonstances favorables : le stade d'observation spontanée est parfois réalisé de façon diffuse à l'occasion de contacts individuels. Au cours de la discussion les enfants découvrent souvent avec surprise que leur description n'est pas acceptée par les autres, qu'ils ont mêlé observation et interprétation subjective. Lorsque l'intérêt de certains élèves aura été satisfait, le maître pourra orienter l'activité de la classe vers la pratique de l'observation systématique à partir d'un critère dégagé en commun au cours de l'entretien.

Le stade de l'observation spontanée présente un autre intérêt, il permet au maître de connaître les intérêts et les représentations des élèves : — appliquent-ils les schémas conceptuels qu'ils sont censés connaître ; en observant les élèves avant d'intervenir, le maître peut ajuster ses objectifs de façon réaliste aux besoins des enfants.

2.2.2. L'observation orientée ou systématique ne se définit pas par un catalogue bien étiqueté de sensations suivant un plan type, mais cherche à faire apparaître une relation en réponse à une question.

En biologie surtout l'observation première est souvent dynamique et non pas statique : l'enfant s'intéresse aux mouvements de la bouche et des opercules du poisson avant d'observer les branchies sur un cadavre. De plus il est beaucoup plus facile d'éviter le finalisme anthropomorphique, si on définit les fonctions avant de chercher leur support anatomique. Parfois l'observation dynamique se ramène à l'établissement d'une chronologie réalisée souvent de façon minutieuse même par de jeunes enfants. Voici le compte rendu d'un enfant du C.E. 2 relatant l'éclosion d'un poussin (16.3.a) :

« L'éclosion a lieu le 21^e jour. »

« Un bout de coquille se soulève. Le poussin perce la coquille au-dessus, du côté de la chambre à air. L'œuf bougeait un peu. Le morceau de la coquille soulevé est tombé. On voit un trou noir. Le poussin a crevé la co-

quille et la peau. Il respire à l'air libre. » « Le poussin garde le bec en haut. Il agrandit le trou. On remarque des battements. On entend des petits piailllements. Le trou s'élargit. La coquille se fend tout le tour. On voit bien le poussin qui continue sa besogne avec son bec. On entend des piailllements. Le poussin pousse le gros bout et sort de l'œuf. »

« Il est beige, jaune gris. Les pattes sont très grandes. Le poussin reste couché. Il piaille très fort. On le laisse en couveuse. Il s'agite, il est maladroit. Il respire très vite. Il est fatigué par l'effort. Sous le ventre, on observe une cicatrice. C'était l'entrée du tuyau qui amenait dans l'œuf la nourriture au poussin. »

L'observation dynamique des mouvements est rendue difficile par l'absence de connaissances de mécanique ; l'analogie et surtout le mime permettent de compenser en partie cette déficience. Des enfants du C.M. ont pu reconstituer et expliquer les mouvements des ailes de la Tourterelle en mimant le vol à l'aide de leurs bras. L'observation précise des comportements a longtemps été négligée ; des données très simples peuvent pourtant être très intéressantes. Si on cherche à répondre à la question « qui pique qui ? » au lieu de se contenter d'une interprétation sommaire des coups de becs échangés entre les habitants d'un poulailler, on est amené à découvrir certaines données de la hiérarchie du poulailler. L'observation dynamique permet aussi de découvrir dans la nature de nombreux phénomènes cycliques ou périodiques (vibrations, rythmes cardiaques et respiratoires) qui s'opposent aux phénomènes irréversibles.

L'observation statique paraît beaucoup moins artificielle et ennuyeuse lorsqu'elle répond à un problème précis posé par exemple par l'observation dynamique. L'enfant peut être amené à rechercher l'organisation d'un objet ou d'un être vivant totalement inconnu : une moule ou un aspirateur par exemple. Il aboutit à une impasse s'il opère sans ordre, s'il porte son attention uniquement sur les détails de forme et de couleur les plus voyants. La réussite n'est possible que s'il décompose l'objet en unités significatives, s'il détermine leurs relations topologiques, leur nombre, leur mode d'insertion : les objets se définissent par un

plan d'organisation et un système de relations. Après une réaction d'insatisfaction devant la difficulté de décrire une fleur, les élèves d'un C.E. décident d'étudier toutes les pièces de l'extérieur à l'intérieur ; pour l'étude de la fourmi, ils séparent les différentes parties du corps et décrivent les organes portés par chacune d'elles. Remarquons que sans période d'observation sauvage faisant apparaître la richesse et la diversité des objets étudiés, les enfants seraient amenés à appliquer une méthode passe-partout : énumération des parties aussi stérile qu'une énumération informelle de sensations. Dans d'autre cas l'observation est définie par la comparaison avec une forme déjà connue : comparaison entre l'araignée et le hanneton, entre les pinces universelles et les tenailles. Dans un C.E., le lapin et le hamster étant connus des enfants, le cobaye apparaît très vite comme ressemblant à ces 2 espèces ; dès lors les enfants recherchent spontanément s'ils retrouvent sur le cobaye les dents ou les pattes semblables à celles du hamster. Enfin l'observation statique est motivée très souvent par le souci d'expliquer une observation dynamique : quel est le support anatomique d'une fonction biologique (respiration du poisson par exemple ?) quel est le mode de réalisation d'une fonction technique (transmission du mouvement chez le batteur par exemple) ? La recherche des différentes parties du bourgeon de marronnier sera orientée par le souci d'expliquer leur rôle respectif et le sens de l'évolution du bourgeon. Les divergences des réponses ne sont pas toujours dues à des fautes d'observation, mais elles peuvent correspondre à une hétérogénéité des objets liée soit à des différences dans les stades de développement (fleurs plus ou moins mûres) soit à des facteurs physiques (différences d'éclairement, parasitisme de certains épis déformés) soit à des différences génétiques (espèces ou races différentes). En s'interrogeant sur les causes d'hétérogénéité que l'enfant tend spontanément à nier, on peut découvrir certaines causes de fluctuations — réaliser une première approche de la notion d'espèce par exemple —. De plus on développe par imprégnation progressive un aspect essentiel de l'esprit scientifique : la prédiction scientifique est de type probabiliste (cf. 4).

Chez l'enfant l'observation est réalisée habituellement par approximations successives : elle est relancée par la communication. Le maître facilite cette dernière, mais intervient aussi par ses propres questions pour obtenir plus de précision ou rectifier les erreurs. A l'enfant qui signale des crânes d'oiseaux brisés dans les pelotes de régurgitation de la chouette, le maître demande « à quel détail peut-on reconnaître le crâne d'oiseau ? », le groupe découvre des dents et reconnaît son erreur.

L'observation continue, sollicitant à intervalles plus ou moins espacés l'attention sur un même matériel ou un même milieu, conduit à de nombreuses découvertes (croissance, cycles de développement, évolution d'un milieu), si un certain nombre de problèmes ont été résolus : recherche de critères organisant l'observation, conservation de témoins (croquis, notes, photographies, enregistrements), repérages précis des caractères.

A titre d'exemples :

Quelques notes prises sur des fiches d'observation par une élève de C.M.1, relatives à l'évolution de la hampe florale de Jacinthe :

« 1^{er} mars 1971 :

La grappe a encore grandi : on voit les pétales roses sur 6 fleurs, il y en a deux qui sont très ouvertes, les 4 autres commencent. Je remarque :

- 1) qu'elles fleurissent surtout du côté exposé à la lumière,
- 2) que la pointe va bientôt fleurir,
- 3) que le milieu de la grappe ne fleurit encore pas.

« 2 mars 1971 :

La grappe a encore grossi. Nous avons bien fait de retourner le pot car les feuilles se sont écartées et les fleurs commencent à fleurir en haut et en bas du côté que nous venons d'exposer à la lumière et en plein soleil.

Les autres fleurs sont très belles ; roses et parfumées.

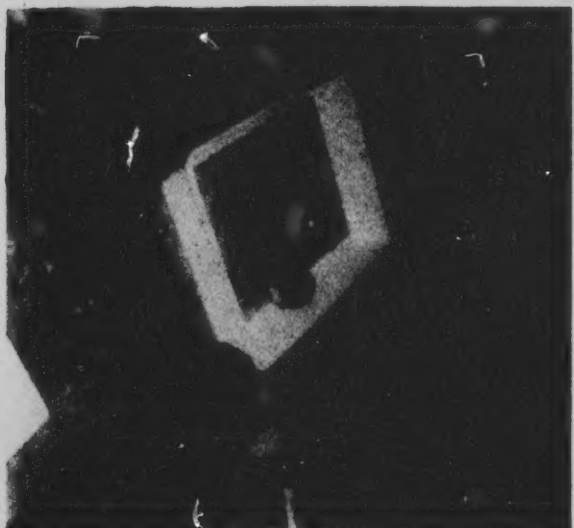
Le milieu de la grappe est encore serré et vert.

CE 2

En travail de groupe, les enfants font la dissection de l'œil de bœuf



134



« 4 mars 1971 :

La grappe est presque complètement fleurie. Les fleurs de la base sont fleuries maintenant. Elles sont roses et parfumées.

« 8 mars 1971 :

La grappe fleurit de plus en plus. Elle devient de plus en plus belle mais quelques fleurs se fanent déjà à la base... »

Les élèves d'un C.M. 2 ont eu l'occasion de suivre l'évolution d'un cocon de grand paon de nuit, gardé en classe depuis l'automne, et d'assister à la naissance d'un papillon.

Ayant réalisé des photographies au fur et à mesure des transformations, ils ont ensuite pu procéder à une remise en ordre chronologique des photographies et à un commentaire de chacune, à partir de notes prises au cours des observations.

L'emploi d'instruments d'observation a souvent soulevé des réticences : les instructions de 1957 recommandaient l'observation externe à l'œil nu. Cette attitude n'est pas réaliste à l'heure actuelle : l'environnement technologique de l'enfant le met en contact constant avec les instruments d'optique et d'enregistrement ; les photographies, radiographies, bandes filmées servant à établir un diagnostic médical, à analyser les mouvements de l'athlète, à déterminer le vainqueur d'une course ; il serait fallacieux de faire croire que l'on peut connaître un objet en ne considérant que l'enveloppe superficielle ou d'ignorer l'effort de reconstitution et d'analyse critique nécessaire à la lecture d'un document. L'enfant veut d'ailleurs connaître le « dedans des choses », à commencer par son propre corps.

Cependant l'étude instrumentale exige certaines précautions. Elle a toujours été précédée d'une étude préalable à l'œil nu qui dégage des besoins et permet de situer les apports ponctuels.

D'autre part l'emploi correct des instruments suppose des apprentissages intelligents fondés si possible sur leur étude technique (cf. planche III B).

Ils apparaissent à l'enfant non comme des boîtes magiques, mais comme des opérateurs techniques assurant une fonction précise : la plupart des instruments sont à la libre disposition des enfants qui les choisissent librement en fonction d'un besoin préalablement défini.

2.3. Les traces de l'observation

Leur nécessité a été indiquée en 2.1.4. ; les modalités pratiques de leur établissement sont communes à toutes les activités d'éveil (cf. 3). Nous signalons seulement 2 points qui concernent l'observation de façon plus particulière. Le dessin n'a pas été considéré comme le produit final de l'observation, mais a été introduit comme une perspective fonctionnelle au cours de tout l'exercice comme instrument de motivation, de communication et d'analyse : beaucoup de structures n'apparaissent que lorsqu'on essaye de les dessiner ; par exemple les 5 nervures principales de la feuille d'érable.

L'enfant n'éprouve pas d'emblée le besoin de matérialiser ses observations par des traces objectives ; en lui imposant des modèles de comptes rendus et des croquis déterminés, on n'accélère probablement pas cette maturation. C'est à l'occasion des observations continues, de la communication à distance que les insuffisances des traces réalisées spontanément par les enfants ont permis peu à peu de dégager une règle du jeu comprise et appliquée par tous. D'autre part l'enfant glisse souvent du compte rendu d'observation à l'expression personnelle : après avoir commencé à dessiner un papillon avec beaucoup de réalisme il omet ses ailes pour « faire plus beau » il produira spontanément une bande dessinée ou un récit imaginaire, une description poétique. Les maîtres n'ont jamais réprimé ce besoin d'expression, mais ont demandé à l'enfant d'explicitier ses intentions : l'essentiel est qu'il ne confonde pas le domaine de l'imaginaire et celui de la communication objective et qu'il maîtrise peu à peu les contraintes spécifiques de chaque mode d'expression.

2.4. L'interprétation et l'exploitation de l'observation

2.4.1. L'observation modifie le connu non par l'accumulation répertoriée de données senso-

rielles, mais parce qu'elle contribue à établir un *système de relations* : découverte d'une fonction, d'un cycle, d'une structure ou d'une propriété, mise en évidence d'une corrélation entre structure et fonction ou d'une relation causale. L'observation *punctuelle* à elle seule ne permet pas d'arriver à ce résultat à moins que l'idée directrice de l'observation ne soit d'appliquer un principe déjà connu à une situation nouvelle : reconnaître que la fourmi a la même organisation externe que le hanneton, découvrir que le lapin présente des mouvements de ventilation pulmonaire comme l'homme. L'observation ne peut conduire à la découverte d'une relation nouvelle que si elle est liée à des *activités opératoires* de classement, sériation, mesure, ou si elle conduit à une *démarche expérimentale* : l'étude d'un champignon isolé (*Russule*) ne suffit pas à définir ce qu'est un champignon, mais c'est l'étude comparée qui permettra d'établir que le champignon est avant tout un réseau de filaments produisant périodiquement un appareil sporifère et qui conduira les enfants à retrouver ces caractères chez les moisissures ; de même la simple observation ne permet pas de savoir que le courant d'eau qui traverse l'appareil branchial des poissons est un courant respiratoire (il faut mettre en évidence la nécessité de l'air dissous dans l'eau). A l'issue de l'observation, il importe donc de situer l'acquis en évitant les inductions ou les déductions prématurées ; si l'observation comparée est impossible, si la vérification de l'hypothèse est irréalisable, il importe de marquer l'extrapolation ainsi faite. Une courte recherche documentaire permet souvent de fonder la validité de la généralisation.

L'interprétation d'une observation bien conduite permet souvent de dépasser les explications anthropomorphiques, animistes et artificialistes de l'enfant. Le maître ne refuse pas les représentations anthropomorphiques au moment de la formulation du problème « comment le moteur sait-il que l'on a inversé le sens du courant ? », « l'oiseau a des ailes pour voler » car les enfants ne peuvent pas se poser les questions autrement ; mais comment peut-il orienter la formulation de l'acquis vers plus d'objectivité sans imposer arbitrairement un point de vue étranger à l'enfant ? Si ce dernier rédige ses observations sans cadre organisateur, il se limitera à la formulation naïve entretenue

d'ailleurs par les livres et les médias : « les fourmis sont courageuses, belliqueuses et intraitables ». La formation scientifique ne progresse pas en pourchassant les formulations naïves qui expriment les représentations spontanées des enfants mais c'est seulement dans la mesure où l'interprétation des observations permettra de valoriser ce qui leur permet d'agir sur les événements, de prévoir, de comparer, que le besoin d'explication scientifique se fait sentir. « La fleur a du nectar parfumé pour attirer les insectes » est une affirmation non opératoire qui souffre de nombreuses exceptions, alors que la formulation « le nectar attire les insectes » est le point de départ d'une recherche pour déterminer quelles substances attirent telle espèce d'insectes (les abeilles et non les mouches par exemple). Dire que « l'oiseau a des ailes pour voler » ne permet pas de comprendre pourquoi certains oiseaux ne volent pas, mais analyser le fonctionnement de l'aile au cours du vol permet de comprendre que certaines ailes ne permettent pas le vol.

Au moment de l'interprétation, il est souvent nécessaire de replacer l'objet ou le phénomène dans son cadre et en particulier de préciser le repérage spatial et temporel. La trame spatio-temporelle vécue évolue difficilement vers un cadre de repérage unique et objectif si l'acquis scolaire constitue une poussière de données non liées. D'autre part, l'ordre de grandeur des dimensions et des durées, ne peut être saisi que dans une perspective comparative.

2.4.2. Le vocabulaire scientifique. Les savants qui ont eu à juger l'enseignement scientifique de l'école élémentaire affirment en général que le vocabulaire est souvent inutile parce que trop abondant ou inadéquat et qu'il est parfois introduit de façon prématurée. L'excès de vocabulaire non seulement est une cause de désintérêt mais il tend à stériliser la pensée scientifique car il masque les problèmes et les relations. Inversement le choix judicieux du vocabulaire, son introduction au moment favorable, son application systématique à des situations vécues constituent des facteurs décisifs dans le développement de la pensée scientifique.

a) Comment déterminer le vocabulaire scientifique à introduire ? Un terme est utile lors-

qu'il exprime une relation effectivement établie et qu'il peut être réutilisé souvent. La surabondance de termes employés à l'occasion de l'étude du raisin explique pourquoi la plupart des enfants sont incapables de définir un fruit sous son aspect le plus général (ensemble formé par les graines et leur enveloppe et provenant de l'ovaire fécondé) ; ils restent au stade du réalisme naïf qui fait du fruit un organe sucré et juteux.

Le vocabulaire introduit à l'occasion de l'étude d'une fleur devrait porter d'abord sur les relations que l'on se propose d'exploiter : étamines, pollen, pistil, ovaire si l'intérêt se porte sur la fonction de la fleur et les modalités de la fécondation ; le terme d'enveloppes florales suffit pour désigner les cycles externes dans ce cas. Le choix des termes est aussi orienté par le vocabulaire courant des élèves ; mais dans ce cas il importe de préciser avec soin le sens exact du mot qui se rapporte au niveau de langage de la communication scientifique : les termes de dissoudre et de fondre ont des sens totalement différents puisque le premier désigne la dispersion extrême dans un milieu distinct ; l'attraction se définit comme une action à distance alors que l'adhésion exige un contact préalable. Le choix sera parfois délicat lorsqu'il y a concurrence entre un terme courant peu précis et un terme scientifique peu employé ou difficile à définir : faut-il employer le terme de particules ou de molécules pour définir les éléments résultant de la dispersion du sucre dans l'eau et que l'enfant n'a pu recueillir par filtration sur son mouchoir ? Dans les situations concrètes rencontrées, les maîtres ont retenu les termes de milieu et de molécules, mais avec d'autres classes le choix aurait pu être différent.

b) Quand faut-il introduire le vocabulaire scientifique ? Il est essentiel que chaque élève décrive d'abord le phénomène observé par des périphrases et que cette description traduise une manipulation effective : cette dernière permet de mettre en évidence les insuffisances du vocabulaire courant et de préciser la relation découverte. Après, seulement, le vocabulaire peut jouer son rôle fonctionnel : il détache la relation de la situation concrète et permet de l'intérioriser, de la recombinaison mentale ; il facilite la communication objec-

tive et élimine toute ambiguïté. Au contraire l'introduction prématurée du vocabulaire constitue un véritable éteignoir ; le mot servira de prétexte pour rapprocher dans un même fourre-tout les notions les plus différentes.

2.5. Conclusion

La description faite ci-dessus est parfois schématique :

D'une part les trois stades décrits — observation libre divergente, observation convergente orientée par un critère précis, interprétation en vue d'une réorganisation du connu — sont souvent imbriqués : il y a parfois plusieurs essais successifs d'observation orientée ; les difficultés de l'interprétation conduisent éventuellement à reprendre l'observation. C'est au moment du bilan de l'exercice qu'il est utile de faire un effort de clarification pour donner à l'ensemble de la démarche une cohérence et une rigueur qu'elle n'avait pas auparavant.

D'autre part il est artificiel de séparer l'observation de l'ensemble de la démarche scientifique ; l'observation est une activité créatrice (réaction d'étonnement, jaillissement des hypothèses) et régulatrice qui accompagne constamment la pensée scientifique. En particulier sous l'effet du cloisonnement disciplinaire l'observation a été identifiée à la démarche scientifique et les pratiques opératoires (classer, sérier, mesurer) ont été envisagées sous le seul aspect mathématique : la dissociation de deux activités étroitement imbriquées dans toute démarche scientifique tend à les dégrader en occupations routinières et stériles comme il a déjà été indiqué. Mais comme un maître peut poursuivre difficilement la réalisation simultanée d'un trop grand nombre d'objectifs, il est utile de porter l'attention à certains moments sur l'éducation de l'observation.

L'observation ne se limite pas au domaine conventionnel des sciences, elle intervient constamment dans la vie scolaire, le jeu ou le travail. On la présente parfois comme une activité psychologique sans orientation disciplinaire dont le développement constitue un préalable à une initiation scientifique plus tardive. Cette opinion montre bien la place de l'observation dans le développement gé-

néral de l'enfant, mais elle ignore la véritable nature de l'esprit scientifique, tel qu'il a été défini dans la 1^{re} partie.

3. LES ACTIVITES OPERATOIRES

Classements, rangements, dénombrements, mesures. Ces activités sont trop souvent considérées du seul point de vue mathématique, c'est-à-dire que la finalité des manipulations portant sur les objets concrets est centrée uniquement sur l'acquisition des cadres logico-mathématiques de l'enfant, par exemple les relations d'ordre et d'équivalence, la construction de la notion de nombre, etc. Or chacun de ces exercices comporte un autre aspect : il nous permet d'analyser les données immédiates de la perception, de construire les catégories de la pensée scientifique ; la recherche causale s'essouffle très vite si elle s'applique à des objets concrets ; les relations précises se rapportent à des éléments préalablement définis par les pratiques opératoires.

3.1. Classements

Ils peuvent être envisagés de deux points de vue :

— tantôt le classement constitue la finalité explicite d'un jeu mathématique ; quel est dans ce cas l'apport de ces exercices à la formation scientifique ?

— tantôt la démarche scientifique comporte implicitement une opération de classement ; quel avantage présente dans ce cas la prise de conscience explicite des cadres logico-mathématiques qui servent à organiser la pensée scientifique ?

Exemple : enfants du C.P. cherchant à distinguer : « ce qui flotte, ce qui coule... ».

3.1.1. Exercices de classement sur un support arbitraire en vue d'une formation mathématique.

a) Un exemple tiré du C.P. permet de montrer les implications scientifiques de ces exercices (C.P., 16.1.e).

— Le matériel : Une machine à écrire, un violon, une cloche, un verre, une fourchette,

un marteau, un stylo, un crayon, une flûte, une scie, une paire de ciseaux, un balai, une pierre, un livre, une machine à coudre, un vase, une brique, une brosse, un couteau, un jeu d'aiguilles à coudre, une pelle.

— L'attitude de la maîtresse : Elle n'oriente pas la recherche de critères nouveaux et ne détermine pas la conclusion mais favorise le dialogue et le tempère parfois. L'enfant reste maître de sa recherche, de son raisonnement, de ses conclusions et de ses doutes.

• *Les classements successivement réalisés :* Après énumération spontanée de presque tous les objets du référentiel — et non tous — des enfants s'intéressent à ce qu'ils savent « faire marcher » : machine à écrire, machine à coudre, flûte, violon..., ce qui détermine cette série ininterrompue de classements, les ensembles étant définis ainsi en compréhension, puis en extension (la description en extension n'est ici citée que lorsque intéressante) :

1^{er} classement : « Ensemble de ce qui n'est pas une machine », ou/et « ensemble où il n'y a pas de moteur ».

2^e classement : « Ensemble de ce qui est une machine », ou/et : « ensemble des choses où il y a un petit moteur ».

3^e classement : « Ensemble des instruments » : « la flûte, le violon ».

4^e classement : « Ensemble des objets qui ne sont pas des instruments » : « tous les autres ».

5^e classement : « Ensemble des instruments de musique » (rectification du 3^e classement) : « la flûte, le violon, la cloche, la "scie musicale" ». Mais cette scie est-elle musicale ? Premier essai : un enfant la courbe, la tord..., « non ». Deuxième essai : on scie du bois ; elle fait du « bruit », mais « pas comme la musique ». Discussion. Incertitudes.

6^e classement : « Ensemble des choses qui sont en fer ». Discussion : le stylo « n'a qu'une moitié en fer » ; la machine à écrire comprend des « parties en matière plastique », « d'autres en fer », et d'autres encore : « ce n'est pas le même fer ».

7^e classement : « Ensemble des livres » : « le livre ». Discussion. Une incertitude.

III B3 fig. 2 et 3

Ce qui flotte et ce qui coule
Tâtonnement expérimental au C.P.



8^e classement : « Ensemble de tout ce qui est épais ». Discussion : la scie égoïne, « a une partie mince », « l'autre épaisse ». Les enfants ne parviennent pas à conclure.

9^e classement : « Ensemble des choses qui coupent » : « la scie, les ciseaux, le couteau, le verre ». Discussion : « si, le verre coupe quand il est cassé ». « Mais celui-là n'est pas cassé ». Doute. Mais un enfant cite encore : « le vase ».

10^e classement : « Ensemble des outils » : « le marteau, la scie, le crayon, les ciseaux, le couteau ». Discussions : « le couteau, c'est pour couper (seulement) les aliments, alors on ne peut pas le mettre ». « Si, on peut couper du bois avec ». « Le crayon, mon Père, il est électrique, il en a un dans sa boîte à outils ». Doute.

11^e classement : « Ensemble des éléments qui ont des poils » : « le balai, la brosse, la fourchette ».

Discussion : « dans les magasins, il y a des fourchettes (dont le manche) a des poils ». « Mais celle-là n'en a pas ». Accord pour la non-appartenance à l'ensemble.

12^e classement : « Ensemble des éléments qui servent à faire le ménage » : « le balai, la brosse, la pelle ». Discussion : « on pourrait mettre un aspirateur ». « Mais ici, il n'y en a pas ». Accord pour la non-appartenance.

13^e classement : « Ensemble des choses qui piquent ».

14^e classement : « Ensemble des crayons » : « le crayon à papier, le stylo ». Discussion, d'où :

15^e classement : « Ensemble des choses qui écrivent » : « le stylo, le crayon, la machine à écrire, la machine à coudre, « parce que quelquefois on peut broder des lettres avec ». Discussion : « Non, elle n'a pas de crayon ». « Il faudrait essayer ». On conclut : « on ne sait pas ».

16^e classement : « Ensemble des objets qui sont en bois » : « la cuillère, la brosse, la machine à coudre, le balai, la flûte, le violon, le marteau, le crayon ». Discussions passionnées : la flûte est-elle en « bois ciré » ou en matière plastique ? La machine à coudre, la brosse, le

balai, le marteau, n'ont qu'« une partie » en bois. Cette partie « n'est pas la plus importante ». Finalement, un enfant dévisse le manche du balai, il ne peut « dévisser » celui du marteau. Les enfants ne parviennent pas à conclure.

17^e classement : « Ensemble des objets de la vaisselle » : « la cuillère, le verre, la fourchette, le couteau ». Désaccord sur la définition en compréhension.

18^e classement : « Ensemble des machines qui sont lourdes », bientôt transformé en :

19^e classement : « Ensemble des objets qui sont lourds ». Désaccord pour définir en extension : « Pour moi, il est lourd, le livre ! ».

20^e classement : « Ensemble des choses qui ne sont pas lourdes ». Semblables désaccords.

21^e classement : « Ensemble des objets qui sont fragiles ». Hésitations pour définir l'ensemble en extension.

22^e classement : « Ensemble des choses qui peuvent s'envoler ». Discussions.

23^e classement : « Ensembles des pierres » : « la pierre, la brique ». Discussions. La brique est exclue de cet ensemble.

b) Pour les jeunes enfants les exercices de classement d'une collection présentent souvent un caractère ludique et une occasion de créativité, caractères qu'ils ont perdus pour l'adulte qui invente en général moins de solutions originales. Mais cette aptitude ne s'entretient que si l'enfant est motivé : au jeu de classement de collections arbitraires, il convient d'ajouter d'autres points de départ liés à son vécu, par exemple classement des pièces de la boîte de construction, tâtonnement expérimental (cf. jeux avec les aimants p. 37). Inversement l'emploi trop exclusif de blocs logiques provoque une régression : les enfants classent de façon systématique suivant des critères stéréotypés. Les possibilités de l'enfant ne se manifestent pleinement que s'il peut manipuler effectivement des objets réels ; l'image limite le choix à des critères visuels statiques. Cette contrainte n'exclut pas la possibilité d'autres exercices où l'objet représenté éventuellement par une image ou un mot suggère un connu au lieu de

permettre la découverte d'une propriété ; l'essentiel est de bien distinguer les deux démarches, celle qui s'appuie sur les données de l'expérience celle qui exploite l'apport de l'imaginaire.

c) En diversifiant les situations mathématisables, on facilite l'assimilation des notions relatives aux ensembles à condition d'éviter un certain nombre de pièges :

- la confusion entre l'objet physique et l'élément mathématique : ce dernier représente souvent une classe qui est uniquement symbolisée par l'objet (traite-t-on du chat Minet ou de l'espèce Chat ?), l'élément réduit l'objet aux seuls attributs retenus pour l'exercice de classement ; le critère d'appartenance à un ensemble ne recouvre pas nécessairement le critère de constituant d'un objet physique ; même au C.M. l'enfant a beaucoup de peine à rester dans le cadre du référentiel fixé ;

- la définition univoque d'un attribut exige souvent une analyse préalable qui s'appuie en particulier sur la sériation : définition des attributs tels que « petit ou grand », « bon ou méchant » qui présentent des variations continues ;

- d'autres difficultés proviennent d'une symbolisation trop rapide des exercices.

d) L'opération de classification, à cause de la difficulté de la définition des attributs a conduit à poser un certain nombre de problèmes scientifiques importants, en particulier :

- la distinction entre machine, instruments, outils a fait l'objet d'une discussion féconde : distinction d'après la source d'énergie, relation entre la fonction de l'instrument et sa structure ;

- la difficulté de définir les substances ou matériaux constructifs (bois, fer, matières plastiques) a conduit à renoncer aux critères purement visuels au profit d'une démarche expérimentale ;

- de même une expérimentation sur la production des sons a été induite par le problème : « la scie est-elle un instrument de musique ? ».

Les classements sont des instruments précieux de découverte s'ils ne sont pas disjoints de la

manipulation effective des objets, de l'observation et de l'expérimentation.

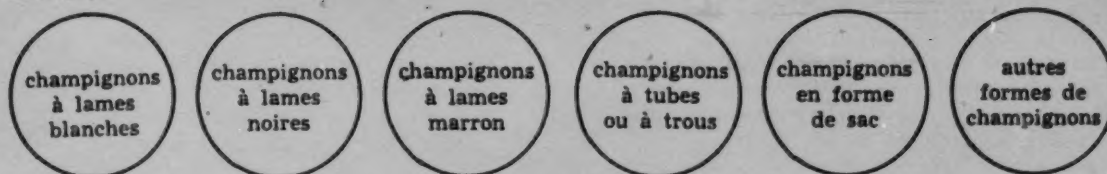
3.1.2. Exercices scientifiques impliquant une activité de classement.

a) *Déterminations.* La reconnaissance des animaux et des plantes usuelles, la détermination d'une espèce inconnue à l'aide d'une planche se font souvent de façon intuitive à partir d'une prise de contact globale et du repérage de quelques caractères fait de façon plus ou moins aléatoire. Mais cette méthode conduit à de graves erreurs : il suffit de penser aux Amanites phalloïdes et autres champignons mortels ou dangereux que l'on peut trouver fréquemment dans les récoltes de champignons proposées à l'examen phyto-sanitaire. Il est donc important de pouvoir contrôler une identification intuitive ou même de réaliser la détermination à l'aide d'une clé. Cette dernière résulte toujours d'une opération de classement et sa construction exprime des partitions successives. La prise de conscience de l'opération qui a permis de construire une clé évite d'ailleurs les erreurs graves dans son application.

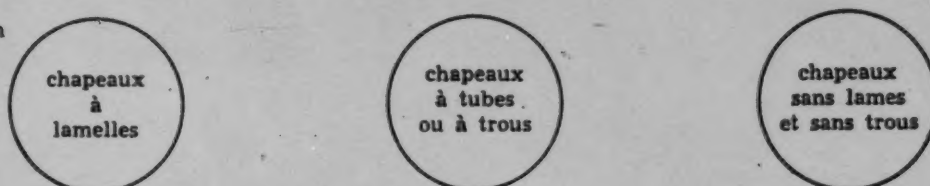
Exemple (09.1.p, q et r). Les enfants se trouvent confrontés au problème suivant : « comment classer la récolte de champignons pour pouvoir mieux reconnaître les différentes espèces ? ».

Les enfants ont eu au préalable, l'occasion de regrouper les exemplaires appartenant à la même espèce (par exemple unis en une seule touffe), de constater à l'intérieur d'une même espèce les variations importantes relatives à la forme et la couleur du chapeau, etc. Cette période d'observation libre a permis de dégager un certain nombre de critères de classement pertinents par exemple « ce que l'on voit sous le chapeau ». Chaque groupe dispose d'un groupe de champignons variés : champignons à lamelles de couleurs différentes : Bolets, Polypores, Clavaires, Vesses-de-loup. Au cours d'un temps de recherche libre par groupes les enfants mettent dans une même boîte les champignons qui ont un caractère important identique puis ils expriment le classement obtenu sous une forme symbolique. Les deux solutions les plus fréquentes ont été :

1^{re} solution

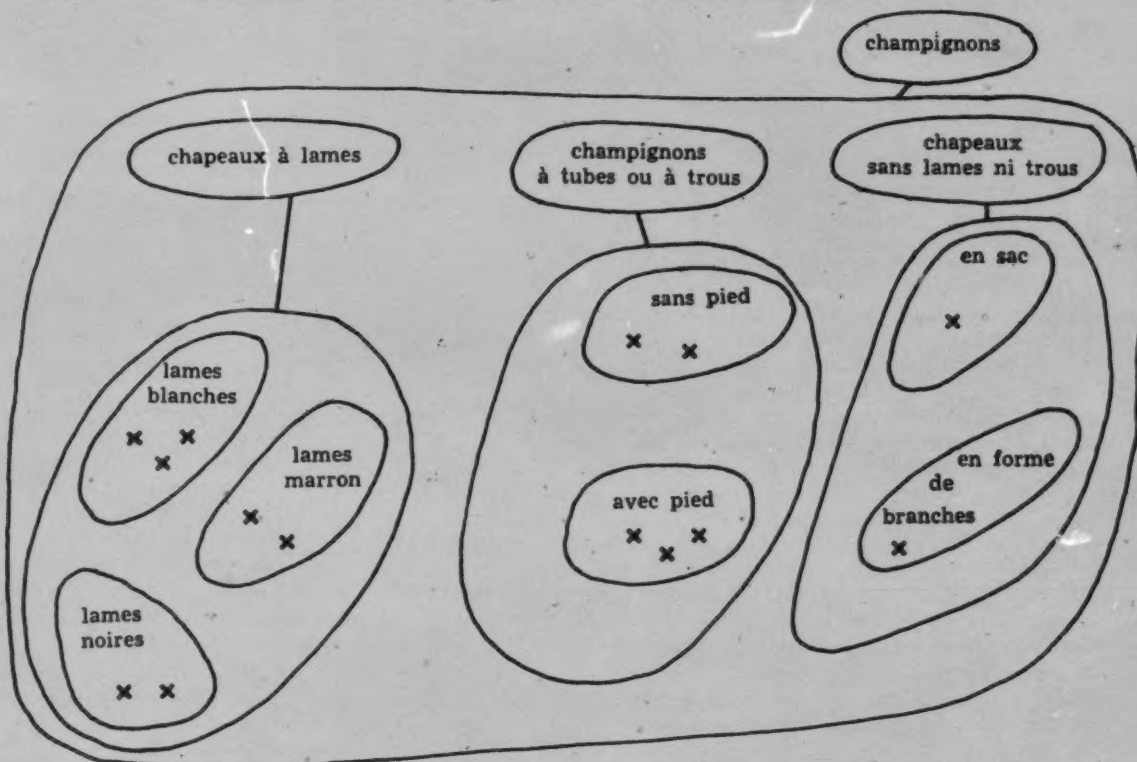


2^e solution



Le maître qui passe entre les groupes fait des suggestions pour amener les enfants ayant découvert la 1^{re} solution à faire des regroupements ou à faire des partitions sur les ensemble du 2^e groupe. Il rectifie les erreurs liées à l'oubli du critère de partition (bolets rangés avec les champignons à lames blanches).

La discussion des schémas des différents groupes conduit au tableau suivant.



Ce tableau est ensuite réalisé sous forme de clé dichotomique.

Le même exercice a été fait à partir de rameaux feuillés des arbres de la promenade. L'utilisation de la clé de détermination ainsi construite permet de vérifier si on a choisi des attributs significatifs ; d'autre part elle conduit très souvent à un remaniement de la clé initiale pour y introduire des espèces nouvelles. Une clé n'est pas le simple résultat d'un exercice de classement portant sur un ensemble de départ fini, elle représente un outil de repérage permettant de se retrouver au milieu de la diversité des formes vivantes alors que certaines d'entre elles peuvent encore être inconnues.

b) Classifications

Les mêmes opérations de classement conduisent à des classifications lorsque l'accent est mis sur la recherche des caractères communs du groupe. Ces exercices sont introduits parfois par la nécessité d'explicitier les critères de ressemblance que l'enfant a d'abord saisis de façon intuitive : le lapin ressemble à la souris blanche et au hamster déjà élevés en classe ; quels sont les caractères communs, y a-t-il d'autres animaux qui possèdent les mêmes caractères ?

La pratique des exercices de classement est fondamentale pour saisir la signification de la classification scientifique. Elle permet d'abord de distinguer les caractères subjectifs ou anthropomorphiques (la distinction entre « animaux bons et animaux méchants », reprise éventuellement sous la forme « animaux utiles et nuisibles » ; la distinction entre plantes cultivées, mauvaises herbes et plantes sauvages) ; il est essentiel de pouvoir comparer les différents critères de classement découverts par les enfants. D'autre part la symbolisation des classements réalisés permet de faire apparaître la hiérarchie des caractères : même au niveau du 1^{er} cycle, l'enfant confond les caractères de l'espèce et ceux des différents niveaux de la classification s'il n'a pas participé de façon active à l'opération de classement : en explicitant le cadre logico-mathématique qui sous-tend la notion de classifications on précise sa signification.

Mais tout classement précis et objectif ne peut être considéré comme une classification scientifique. Parmi tous les classements possibles un seul en général permet un nombre illimité de précisions et de déductions : ranger la baleine parmi les animaux gris ne fournit aucun renseignement supplémentaire ; rapprocher la baleine du thon permet de faire apparaître quelques convergences de forme mais masque les différences profondes d'organisation ; placer la baleine dans le même groupe que les chauves-souris permet à cause des mamelles et de la viviparité de prévoir et de rapprocher un nombre illimité de caractères communs morphologiques (anatomie des poumons, du cœur), microscopiques (globules du sang), physiologiques, et biochimiques (hormones sexuelles). Ce niveau ne peut guère être atteint à l'école élémentaire et surtout sa signification échappe (filiation commune) ; mais l'étude critique des classements concrets réalisés par les enfants constitue une préparation nécessaire. Imposer au contraire une classification dite scientifique sans analyse conduit à stériliser l'esprit scientifique ; sans procéder à des apprentissages prématurés, le maître est souvent amené à s'appuyer sur la formation réalisée par les exercices précédents pour situer les termes que les enfants ont tirés de leurs lectures ou des media ou pour montrer la différence entre l'emploi d'un même terme pour définir simplement un caractère (carnivore mangeur de chair) ou pour désigner effectivement un niveau de classification (l'ordre des Carnivores parmi les Mammifères).

c) Notion de plan d'organisation

De nombreux termes de notre vocabulaire définissent en fait des classes (au sens mathématique du terme) perçues intuitivement : une aile, un serpent, un poisson, etc. La perception globale de la forme conduit à des rapprochements souvent stériles (lombric et vipère) ou masque des analogies profondes (Russule et moisissure du pain). La notion de plan d'organisation repose non sur l'idée de classe mais sur celle de relation : l'aile a le même plan d'organisation que le bras humain malgré la différence de forme et de fonction car elle présente une même insertion et elle est formée d'éléments de base de même nombre, disposés

dans le même ordre. Cependant les exercices de classement contribuent beaucoup à faire apparaître l'unité du plan d'organisation ou à distinguer des plans d'organisation différents.

Exemple (09.1.r) : A l'issue d'une récolte de champignons se trouve posée la question « A quoi reconnaît-on un champignon ? ». Chaque groupe dispose du matériel suivant : 3 à 4 champignons à lamelles d'espèces différentes, 1 ou 2 bolets, des vesses-de-loup ou des clavaires ; tous les échantillons portent encore à la base les filaments blancs (mycélium) qui les rattachent à la partie souterraine permanente. Le 1^{er} temps de l'exercice comportait une recherche libre de 30 mn suivie d'un exposé de chaque groupe, qui a permis de confronter les résultats : « tous les champignons comportent des filaments blancs et produisent des spores » ; la séance s'est achevée par le dessin d'un échantillon mettant ces 2 critères en évidence. Quelques mois plus tard les élèves du C.M. 2 ont pu classer spontanément une moisissure parmi les champignons en s'appuyant sur ces attributs.

Des élèves comparent des tiges herbacées et des tiges ligneuses après avoir étudié l'éclosion d'un bourgeon ; ils découvrent que tout rameau est formé d'un empilement d'entre-nœuds semblables et que les rameaux secondaires ou bourgeons auxiliaires se forment exclusivement à l'aisselle des feuilles. Plus tard ils pourront retrouver le même plan d'organisation externe sur une tige souterraine.

La comparaison du hanneton, de l'abeille, etc. a permis de définir les Insectes par l'attribut 3 paires de pattes fixées sur la partie moyenne du corps (thorax) ; l'observation de l'Araignée montre qu'elle ne répond pas à ce critère malgré le qualificatif d'insecte qu'on lui donne souvent.

3.2. Sériations

Nous n'aborderons pas l'aspect mathématique de l'opération, c'est-à-dire l'étude des problèmes posés par l'établissement d'une relation d'ordre entre les éléments d'un ensemble mais uniquement l'aspect expérimental : quel rôle ont les opérations de sériation dans la construction des catégories de la

pensée scientifique, à quel moment intervient cette activité-mathématique dans l'ensemble de la démarche ?

3.2.1. Définition d'une propriété et passage à la grandeur

Distinguer les propriétés des objets, dissocier les propriétés liées à la matière première et celles qui sont liées à la forme, distinguer les niveaux différents d'une même propriété pour passer à la notion de grandeur constitue un préalable important de la pensée scientifique. On le néglige trop souvent et on enlève ainsi au jeune enfant un point d'appui important de la pensée rationnelle.

Les exercices de classement et de sériation sont étroitement associés dans la mise en évidence des propriétés. La sériation est parfois nécessaire pour préciser un attribut qui permettra le classement (petit et grand exigent une définition préalable) ; parfois même une propriété se définit d'abord par une relation d'ordre : par exemple la dureté est une notion relative, elle exprime la propriété d'un objet A de rayer ou d'user par frottement un objet B. Lorsqu'une propriété peut donner lieu à une sériation — la masse par exemple — on peut constituer des classes d'équivalence entre objets ; on peut ranger la bille, l'éponge, le gâteau dans la même classe d'équivalence par rapport à la masse ; en établissant une relation d'ordre entre toutes les classes d'équivalence on définit la masse comme une grandeur.

Ce cheminement ne peut être réalisé que de façon progressive et les exercices de sériation ont d'abord des objectifs plus limités.

Exemple : Dans un C.P. (04.2.c) la maîtresse se propose de dissocier deux propriétés habituellement confondues par l'enfant : le volume lié à une sensation visuelle et la masse (en fait le poids) liée à des sensations tactiles et musculaires ; pour faciliter cette dissociation elle se propose d'objectiver la 2^e propriété par la balance.

On présente aux enfants 3 boîtes ayant sensiblement même forme afin d'éviter de disperser l'attention des enfants par les différences de proportions :

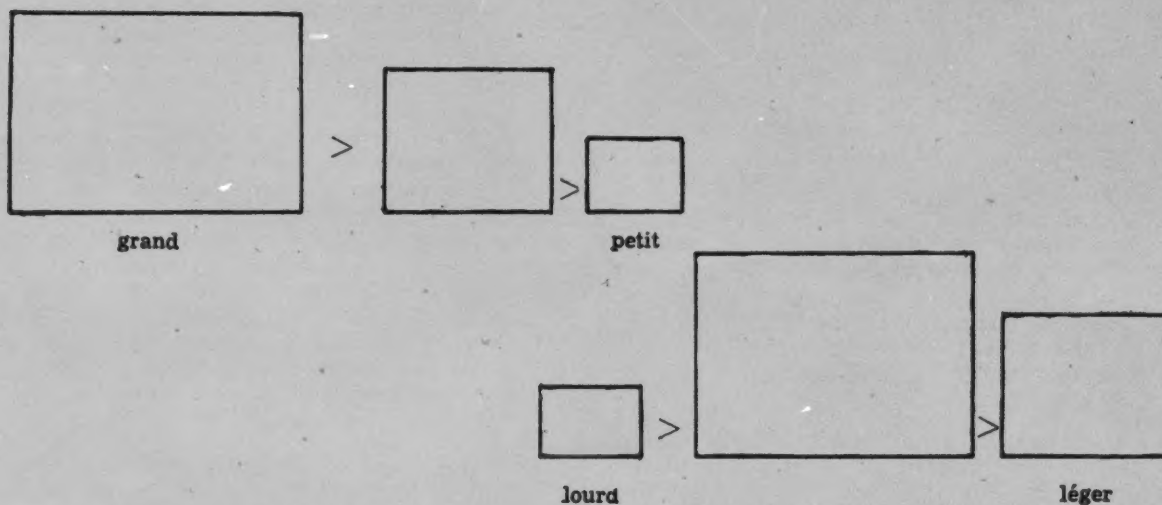
- une grosse boîte enveloppée de papier bleu pesant 400 g,
- une boîte moyenne enveloppée de papier rouge pesant 35 g,
- une petite boîte enveloppée de papier jaune pesant 1 kg.

Les enfants soupèsent les objets ; ils marquent en particulier leur surprise de voir que la plus petite boîte est si lourde ; ces observations les conduisent à un classement par ordre de poids.

La maîtresse leur propose une balance Roberval sans poids ; les enfants remarquent

que les plateaux penchent du côté le plus lourd : la balance permet de déterminer beaucoup plus facilement que la main si un objet est plus lourd que l'autre. Pour la maîtresse, elle substitue un critère visuel et objectif à un critère subjectif et imprécis qui risque toujours d'être masqué par la perception du volume. Cet exercice exigera de nombreux renforcements à l'occasion de la vie quotidienne avant que masses et volumes ne soient vraiment distingués.

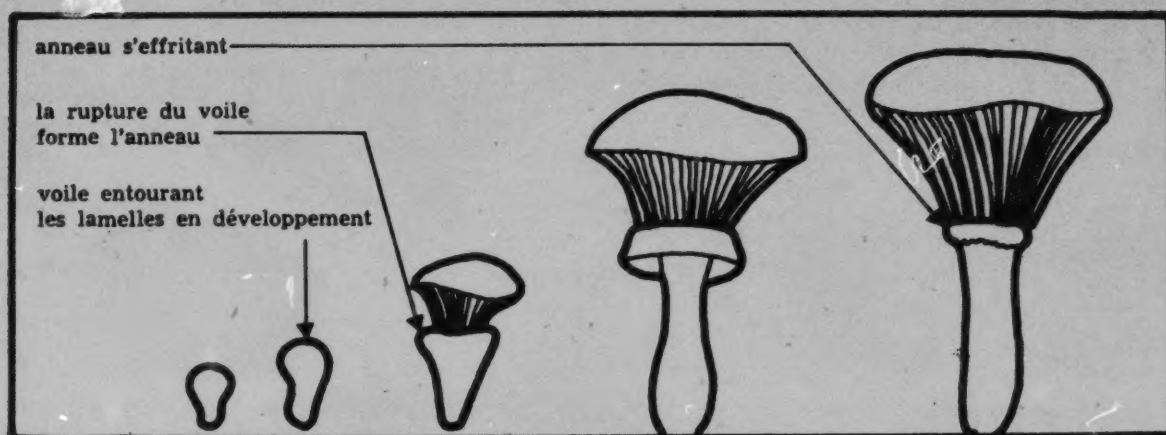
À l'issue de l'exercice les enfants représentent les 2 types de relations (le signe $<$ est connu depuis l'école maternelle) :



3.2.2. Reconstitution d'une suite chronologique. Au cours des sorties les enfants sont amenés à prendre des photographies ; pour les interpréter, par exemple pour reconstituer la chaîne de fabrication de la boulangerie, ils sont obligés de reconstituer une relation d'ordre.

Un exemple plus simple permettra d'analyser les problèmes posés (09.1.).

Les enfants examinent des bouquets de champignons (Armillaire couleur de miel). Dans certains bouquets les enfants croient voir la mère et les enfants mais très vite la classe admet que les différences de formes représentant les stades successifs du développement d'un même champignon. Chaque groupe est amené à ordonner un lot de champignons en les disposant sur un présentoir garni de papier millimétrique :



Ce type de sériation se distingue beaucoup de celui d'un lot de baguettes : sans critiquer ce dernier type d'exercice qui correspond à des exigences de formation mathématique, il faut remarquer l'apport supplémentaire et les particularités de l'exercice envisagé :

- la sériation répond à un problème et conduit à un acquis scientifique : elle élimine une vision anthropomorphique, elle permet d'expliquer l'origine du voile et surtout elle permet de reconstituer un développement qu'il n'a pas été possible d'observer directement ;

- elle exige une analyse critique des critères de sériation ; la taille ne fournit pas un critère sûr de classement car les différents individus donneront des adultes de taille différente ; elle permet seulement de découvrir le véritable critère de rangement ; le déroulement progressif du chapeau et l'évolution de l'anneau ;

- la mesure de la grandeur suppose le choix d'une unité arbitraire et l'encadrement par 2 multiples consécutifs de l'unité. Cette démarche exige que l'on dispose d'une opération permettant de définir l'addition de 2 grandeurs suivant des modalités physiques précises (on peut mettre les longueurs bout à bout ; il n'existe pas de dispositif simple permettant de définir l'addition de 2 températures). Le principal avantage de la mesure est assez peu exploité à l'école élémentaire : les grandeurs mesurables peuvent être dérivées les unes des

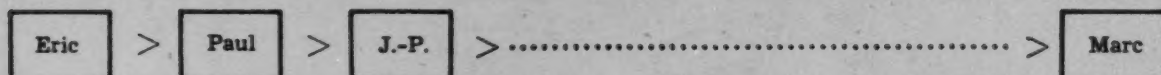
autres (par exemple $V = e/t$) et intégrées à des modèles mathématiques permettant le raisonnement déductif.

Nous nous proposons de montrer qu'un même problème scientifique impliquant la mesure peut être abordé à des niveaux différents ; chaque palier permet de serrer le concept découvert de plus près ; de plus le désir de mieux exploiter les données de l'expérience conduit à la recherche d'une plus grande rigueur mathématique.

Expérience C.P. (11.2.d) : Les enfants se demandent quand et comment on grandit : « On grandit quand on pèse plus lourd », « on grandit pendant que nous mangeons », « on ne grandit pas quand on dort », « les parents, le père en particulier grandissent toujours, les grands-parents non », « le jour du 1^{er} janvier », « pendant la nuit qui a précédé mes 6 ans », etc. Certains enfants proposent d'abord des solutions de fortune qui sont rejetées par la classe : « repérer ce que l'on peut voir à travers la fenêtre », « s'allonger sur un banc de la classe », « mais que faire si les pieds dépassent ». Finalement on opte pour un repérage à l'aide de rubans « car on ne sait pas lire le mètre à ruban », parce que les marques saliraient les murs » (dans une autre classe le repérage est fait à l'aide de tuteurs en bambou).

Après quelques tâtonnements les enfants découvrent qu'il faut aussi retirer les chaussures et l'aide du maître sera demandée pour vérifier si l'enfant se tient droit et si l'inscription du repère est faite correctement.

Les enfants demandent aussi au maître de repérer sa taille. A l'issue du 1^{er} repérage les enfants réalisent une sériation des tailles de l'ensemble de la classe et ils symbolisent cette relation d'ordre en classant les cartons portant leurs prénoms (le signe > est connu) :



Le même exercice est repris tous les mois et le bilan est fait après les vacances de printemps. Les conclusions dégagées sont les suivantes :

— « Nous grandissons tout le temps », les enfants essayent d'extrapoler ou d'interpoler, d'imaginer de combien ils ont grandi pendant une journée ou de combien ils sont susceptibles de grandir au cours de l'année.

— « Le maître ne grandit pas », à la surprise de quelques enfants qui ont même cherché à nier l'évidence ; l'extrapolation aux autres adultes n'a pas été faite dans un 1^{er} temps.

— « Nous ne grandissons pas tous de la même façon », l'ordre des rubans et celui des cartons ne sont plus les mêmes qu'au début de l'année.

Ultérieurement la classe se pose le problème : « par quelle partie du corps grandit-on ? ».

« Par tout le corps ou par le col parce que la chemise ne me va plus ? ».

La simple utilisation de la relation d'ordre a permis de dégager des résultats importants sur la croissance :

- la croissance de l'homme en longueur est continue (alors que celle des insectes par exemple est discontinue, limitée aux mues) ;
- la croissance est de durée limitée : l'adulte ne grandit plus ;
- la croissance est variable suivant les individus..., les espèces ;
- la croissance intéresse tous les segments du corps.

b) Mais le procédé employé permet difficilement la communication à distance et exige un matériel encombrant : dès que la notion de nombre sera connue, il sera possible de procéder à un repérage numérique précis avec un mètre à ruban de couturière et de comparer des tailles avec celles des correspondants par un simple échange de lettres.

c) Dès la fin du C.P. certaines classes ont exprimé le résultat du repérage par un encadrement par exemple à l'occasion de la mesure de la taille des plants de blé mesurés à l'aide d'un double décimètre gradué en centimètres.

La mesure à partir d'une unité arbitraire de longueur n'a pu être faite dans le cadre de la classe car les enfants se servent spontanément des instruments qui sont à leur libre disposition ; cependant elle se présente assez facilement au cours des sorties (utilisation du pas simple ou double pour mesurer une distance...).

Par contre l'insuffisance des masses marquées conduit souvent à faire des pesées à partir d'unités arbitraires : (objets usuels fabriqués en série et considérés comme semblables, par exemple pièces de monnaie...). L'exercice suivant (04.2.r) a permis de sensibiliser les enfants aux problèmes posés par le choix de l'unité.

Les enfants ont d'abord effectué librement des pesées simples avec des objets usuels servant d'unité. L'entretien a permis de préciser la mesure par encadrement, à cause de la faible sensibilité de la balance par rapport à cer-

taines unités choisies ; l'encadrement est parfois connu à 2 unités près seulement (il est impossible d'affirmer que la valeur intermédiaire est supérieure ou inférieure à celle de l'objet).

La maîtresse leur a proposé de peser 4 objets avec les 5 unités qui avaient été proposées auparavant par la classe (billes, pièces de 1 F, chevrotines, clous, trombones). Les résultats sont donnés par le tableau suivant :

UNITE OBJET	BILLES	PIECES DE 1 F	CHEVRO- TINES	CLOUS	TROMBONES
CAPSULE C	$O < C < 1$	$O < C < 1$	$O < C < 1$	$1 < C < 2$	$3 < C < 5$
GODET G	$O < G < 1$	$O < G < 1$	$1 < G < 3$	$2 < G < 3$	$7 < G < 8$
PINCE P	$O < P < 1$	$1 < P < 2$	$2 < P < 3$	$4 < P < 6$	$16 < P < 17$
FLACON F	$2 < F < 3$	$5 < F < C$	$7 < F < 9$	$16 < F < 17$	$53 < F < 55$

3.3. Repérages et mesures

3.3.1. Les opérations de repérage et de mesure jouent un rôle considérable dans la vie quotidienne ; le développement des échanges commerciaux et l'évolution des techniques tendent à multiplier et à préciser ces pratiques en s'appuyant sur les méthodes et les données de la science : l'enfant qui mange à sa faim sans se préoccuper des rations alimentaires assiste devant l'écran de télévision à la pesée des aliments des repas des astronautes ; la cuisine elle-même s'encombre d'appareils de mesure et de cadrans. La démarche scientifique n'a pas le privilège de la mesure, bien plus, un 1^{er} niveau de formulation des lois causales se fait parfois en dehors de toute référence numérique mais elle plafonne très vite si elle se limite à des relations qualitatives (il suffit de songer à certains travaux de Claude Bernard ou de certains travaux fondamentaux d'éthologie). Envisager la mesure d'un point de vue scientifique ne consiste pas fondamentalement à introduire une nouvelle forme de pratiques, un domaine particulier de grandeurs mais à analyser ces pratiques, à réfléchir sur cette forme d'action pour en dégager la logique

et la fonction, ce qui permet d'autre part d'étendre la mesure à des domaines totalement différents : une théorie est nécessaire lorsqu'on veut passer de la mesure d'un tour de taille à celle de la dimension d'une bactérie ou à la valeur du méridien terrestre ; d'autre part la recherche d'une précision qui dépasse les objectifs concrets et utilitaires d'une mesure conduit très souvent à la découverte de domaines complètement nouveaux : l'existence des gaz rares a été soupçonnée parce que l'azote atmosphérique n'a pas la densité de l'azote pur obtenu par voie chimique. L'analyse de la mesure est envisagée trop souvent d'un point de vue exclusivement mathématique ; non seulement une telle approche néglige d'autres exigences capitales pour la réalisation d'une mesure correcte mais elle compromet l'approche mathématique elle-même en la détachant d'une perspective fonctionnelle.

Puisque l'enfant vit dans un univers de grandeurs qu'il manipule constamment, il est important d'intégrer cette expérience à la vie scolaire mais à condition de s'appuyer sur ses représentations car il perçoit les grandeurs d'une façon très différente de celle de l'adulte

cultivé. Par exemple la notion de vitesse est liée chez lui à des sensations multiples visuelles, coenesthésiques et surtout à l'expérience du dépassement ; par quel cheminement arrivera-t-il à la définir par le quotient de l'espace et du temps ? D'autre part la notion de mesure au sens strict dépasse le niveau de l'école élémentaire ; n'est-il pas dangereux de vouloir formaliser les pratiques qui se rapportent à la manipulation des grandeurs ?



Fig. 4

Mesure de la couche de terre noire (épaisseur) par un groupe qui ayant de la terre pour les bacs à germer a découvert que sous la couche de terre noire se trouvait de la terre jaune.



Observation des plantations
Mesure de la croissance des pousses

En fait la notion mathématique de mesure se développe par paliers successifs qui s'intègrent dans une progression générale :

- les exercices de sériation conduisent à la notion de grandeur, surtout si la sériation porte sur des classes d'équivalence, ce qui permet de détacher le concept de grandeur de son support concret (cf. 3.2.1.) : les masses peuvent être repérées mais non le mal de dents car il est impossible de faire des classes d'équivalence entre la douleur d'individus différents ;
- en appliquant cette série sur l'échelle des nombres, par exemple en faisant correspondre à chaque température une hauteur déterminée du liquide dans un thermomètre il est possible de repérer la grandeur par un nombre ; il faut se servir d'un phénomène facile à reproduire dans des conditions standardisées et qui dépend exclusivement du phénomène à mesurer. On obtient ainsi un repérage qui permet

d'intégrer indéfiniment tout résultat nouveau. Le niveau est capital en technologie comme en sciences : il suffit pour préciser une relation de causalité entre 2 grandeurs ou pour définir une constante physique ou biologique soumise à une autorégulation.

La bille et la pièce de 1 F ne permettent pas de discriminer des masses que la sériation tactile discrimine nettement ! Le trombone par contre est une unité trop faible pour donner toujours un encadrement à 1 unité près.

3.3.2. L'aspect expérimental de la mesure pose de nombreux problèmes qui sont liés soit à l'instrument ou la technique de mesure, soit à l'objet ou au phénomène mesuré.

L'enfant isolé travaille souvent sans soin, de façon précipitée : en mesurant des longueurs il fait des erreurs de visée (cf. mesure des tailles) ; il ne tend pas le mètre, il ne fait pas coïncider l'extrémité d'une position du mètre avec l'origine de la position suivante. Les divergences des résultats obtenus dans le cadre de la classe permettent de développer des habitudes de soin et de précision capitales pour la formation scientifique et technique. La régression de certains exercices désuets tels que la calligraphie rend encore plus nécessaire une éducation précoce de cette attitude car il n'est plus possible de compter sur certains transferts. Parallèlement une attitude critique devant l'instrument est nécessaire : les élèves d'un C.M. faisant des mesures de température avec des thermomètres apportés par eux s'aperçoivent avec surprise que chaque thermomètre indique une température différente ; la classe exprime la mesure par un encadrement et se propose de le réduire en comparant l'un des thermomètres à un thermomètre étalonné pour prévoir la correction à apporter à chaque résultat. De plus le thermomètre ne doit pas être retiré du liquide pour la mesure.

Les difficultés tenant à l'objet ou au phénomène à mesurer sont encore plus grandes. Certaines tiennent à des facteurs que l'on peut maîtriser et qu'il importe de rechercher ; il s'agit des paramètres qui caractérisent l'objet mesuré et des perturbations apportées par l'observateur effectuant la mesure. Par exemple pour étudier la croissance des escargots élevés

en classe les enfants avaient dû renoncer à mesurer l'animal lui-même car on ne peut pas l'immobiliser sans le tuer ; ils ont dû se reporter à la coquille, rechercher des repères précis permettant de faire des mesures comparables et inventer une technique permettant de mesurer un objet rond. D'autre part il est souvent difficile de cerner le phénomène à mesurer : que faut-il viser pour déterminer un temps de pose ; comment séparer la transpiration d'un pied de salade de l'évaporation de la terre ? Enfin, l'observateur modifie le phénomène par son intervention surtout en biologie : si on coupe la tête de salade pour éliminer la difficulté précédente on ne mesure pas une transpiration mais la fanaison d'une plante morte.

Un objectif fondamental des méthodes de mesure est de réduire au maximum les écarts sur les opérations portant sur des situations identiques — la transpiration du même pied de salade, la taille de l'escargot Auguste le 31 mai —. Mais il faut pouvoir exploiter parallèlement les résultats divergents de mesures portant sur des populations d'individus en apparence semblables ; la taille de 100 plantules de blé germant dans les mêmes conditions peut varier par exemple entre 27 et 39 mm ; une multitude de variables aléatoires impossibles à maîtriser explique ces différences. Au lieu de masquer ce problème il vaut mieux l'aborder de front en situation concrète : l'éleveur de poulets a seulement besoin de connaître le poids moyen des poulets de 42 jours pour faire ses prévisions budgétaires ; les organisateurs d'une course cycliste sont concernés par la fourchette qui sépare l'arrivée du 1^{er} coureur et celle du dernier ; le marchand de chemises règle intuitivement ses approvisionnements sur l'histogramme des encolures. L'esprit humain a beaucoup de peine à s'habituer à un aspect essentiel de la prévision scientifique, son caractère probabiliste, même lorsqu'il atteint la précision des vols spatiaux.

3.4. Dénombrements

Un exemple pris au C.M. 2 (09.1.) nous permettra d'illustrer cette démarche si importante pour l'approche des milieux et de leurs populations.

La classe était partie (en octobre 1971) pour faire l'arpentage du terrain militaire boisé qu'elle parcourt habituellement en vue d'en faire un plan orienté et à l'échelle et en y plaçant chemin, ruisseau et, pour être complet, la végétation. Ce plan devait être inscrit dans l'album de photos destiné aux correspondants scolaires et portant sur une étude de feuilles et de fruits trouvés dans ce terrain.

Le problème de la représentation de la végétation s'est posé — « Comment rendre compte de cette végétation très abondante et très diverse, comment la représenter ? ».

Pour résoudre ce problème, une discussion s'est engagée sur place et la décision fut prise qu'il fallait compter le nombre d'arbres ou d'arbustes de chaque espèce vus depuis le chemin.

Au cours du premier passage (à l'aller) dans ce chemin, un jeu avait consisté à reconnaître les arbres et les plantes herbacées par référence aux feuilles et aux fruits qu'ils portaient et à classer ces fruits (consolidation et contrôle d'acquisitions antérieures). Déjà était apparue la grande fréquence de certaines espèces (orme, aubépine).

Puisque cette fois il fallait compter avec précision, la classe se partagea en groupes :

- un groupe compte aubépines et ormes,
- un autre groupe vérifie,
- un autre groupe avec le maître compte les autres espèces,
- enfin un autre groupe récolte les « fruits malades » (champignons). Quelques élèves avaient, en effet, remarqué l'aspect particulier de certaines feuilles.

Voici la liste obtenue :

aubépines	34	
frênes	16	Le travail a été facilité du
érables	16	fait que les enfants sa-
sureau	9	vaient reconnaître bon
cornouillers	4	nombre d'espèces par les
ormes	50	feuilles et les fruits grâce
châtaignier	1	à leur travail antérieur et
noisetiers	2	à celui de l'année précé-
chèvre-feuille	1	dente.
saule	1	

Le maître ayant fait remarquer que cette liste était peu maniable un histogramme fut fait ensuite, faisant ressortir la fréquence élevée de l'orme et de l'aubépine.

Une deuxième sortie fut effectuée quelques jours après dans un bois voisin. Les élèves sont réunis par groupes et possèdent une fiche de suggestions qui leur recommande de « délimiter un coin de forêt représentant la même surface et de dresser une liste comme au cours de la 1^{re} sortie — (si l'arbre ou l'arbuste sont inconnus en conserver un souvenir : rameau feuillé, bourgeons, fruits) ».

Les élèves travaillent, observent, notent librement. Le maître va de groupe en groupe et répond aux questions relatives au nom de certains arbres.

Au retour en classe ils font la synthèse des travaux obtenus par les différents groupes qui aboutit au tableau suivant :

aubépine	1	
charmes	21	
châtaigniers	3	
chênes	22	
érables	7	
frênes	20	L'histogramme est cons-
hêtres	39	truit suivant la même
noisetiers	19	échelle que le 1 ^{re} .
ormes	5	
peuplier	1	
pins	6	
sapins	20	

La comparaison des 2 histogrammes confirme la différence de peuplement déjà perçue sur le terrain : si on se limite aux arbres, on peut caractériser chaque peuplement par une espèce dominante qui est non seulement plus nombreuse mais qui se retrouve dans les relevés de chaque groupe alors que les espèces moins nombreuses sont plus localisées et semblent parfois liées à une action ponctuelle de l'homme.

Le bois de Polygone est une ormaie.
La forêt d'Olhain est une hêtraie.

Les élèves cherchent une interprétation ; un élève suggère que la différence est due au climat mais les autres répondent : « on n'a fait que 30 km et il faisait le même temps qu'à Arras ». Par contre la classe avait remarqué une différence de sol ; celui de la forêt d'Olhain étant beaucoup plus

argileux que celui du Polygone. La classe propose l'hypothèse suivante : « la différence de peuplement est due au sol », hypothèse qui doit être vérifiée par une étude documentaire. Celle-ci qui s'appuie sur l'étude comparée de la carte de végétation de Lille, de la carte des sols, de la carte pluviométrique et de la carte du relief confirmera l'interprétation relative au cas particulier étudié mais fera apparaître un autre facteur qui détermine l'espèce dominante : la hêtraie prédomine au sud-ouest de la crête de l'Artois, la chênaie au nord-est à cause de la différence de la hauteur des pluies.

Cet exercice suggère les réflexions suivantes :

— Le dénombrement n'est pas une fin en lui-même : il a servi à préciser une impression subjective et a conduit à une notion générale : les forêts (en zone tempérée) sont caractérisées par une ou deux espèces dominantes. Cette notion nouvelle à son tour a permis de poser les problèmes du rapport entre peuplement d'une part, climat et sol d'autre part. Les dénombrements permettent souvent de faire apparaître des caractères plus significatifs que l'observation des caractères les plus frappants : un insecte se reconnaît plus sûrement à l'existence de 6 pattes qu'à la présence d'ailes. Parfois ce caractère est fluctuant : les feuilles de marronnier ont de 5 à 9 folioles ; la portée d'un chat varie entre 1 et 6 petits ; dans ce cas les problèmes posés sont les mêmes que ceux de la fluctuation d'une mesure (p. 11).

— Comme le dénombrement d'une population trop nombreuse est impossible il a fallu travailler sur un échantillon ; comment constituer un échantillon significatif ? Les discussions non reproduites ici ont permis d'approcher ce problème de façon intuitive ; la comparaison des relevés de chaque groupe a montré de façon saisissante la nécessité de prélèvements multiples ; d'autre part la classe a découvert que la prévision à partir d'un échantillon était de type probabiliste — ce qui est un aspect capital de la pensée scientifique.

— La pratique du dénombrement exige un effort d'organisation du travail et la recherche d'un procédé permettant d'exprimer, de comparer et d'interpréter les résultats. Le maître a d'abord laissé les élèves en situation de recherche mais il est intervenu ensuite pour éviter les trop grandes pertes de temps et les échecs (histogrammes illisibles).

L'histogramme est suffisant lorsqu'il s'agit uniquement de faire apparaître des valeurs relatives. Il a été employé dès le C.P., jusqu'au C.M. et chaque enfant est représenté par un rectangle et la superposition des rectangles se rapportant à un même attribut fait apparaître le caractère dominant.

Dans d'autres cas la notion d'opérateur a été utilisée pour ramener les données brutes à une même base. Dans ce cas il importe que les élèves participent de façon active à la mise au point du procédé de calcul : les épreuves-bilan de 6^e portant sur une population de 4 000 élèves ont montré que le transfert de la notion de pourcentage à un problème de biologie était mal appliqué si l'enfant n'avait pas la possibilité de réaliser la signification des données en situation concrète.

4. EXPERIMENTATION :

MISE EN EVIDENCE ET ANALYSE D'UNE RELATION CAUSALE

(L'expérimentation désigne ici une méthode spécifique et non la référence à l'expérience vécue.)

Possibilité et modalités de l'initiation expérimentale à l'école élémentaire. La possibilité d'une initiation expérimentale à ce niveau a été niée par de nombreux pédagogues : la pensée causale ne serait pas accessible à l'enfant de cet âge et l'objet de la démarche expérimentale lui serait étranger ; les activités de l'enfant devraient se limiter à l'observation et aux exercices techniques. Pourtant les savants éminents engagés dans la rénovation de l'enseignement scientifique à l'école élémentaire ont exprimé leur admiration devant les productions d'enfants très jeunes. Il ne suffit pas de se reporter à la psychologie génétique pour proposer une réponse ; il importe d'abord de préciser la conception de la causalité et de l'expérimentation qui a été retenue car les représentations que l'adulte se fait de la science constituent un obstacle aussi important que ceux qui sont liés au développement de l'enfant.

4.1. Relation causale et démarche expérimentale : point de vue scientifique

Ces notions sont conçues de façon différente suivant l'état de développement de la science et le niveau de formation de l'utilisateur. La recherche pédagogique s'appuie d'abord sur les points de convergence communs aux différentes sciences quel que soit leur degré de formalisation et sur l'image de la science telle qu'elle est vécue par les praticiens dans leur domaine (agronomes, médecins, ingénieurs). Il appartiendra ensuite aux savants travaillant dans les domaines les plus avancés (physique nucléaire par exemple) de rectifier cette image pour éviter les blocages. On définit ainsi un itinéraire culturel souhaitable pour tous les hommes et qui devrait inspirer les activités de la scolarité obligatoire et de la formation permanente.

A ce niveau la causalité présente 2 aspects qui se superposent incomplètement, d'une part elle répond à la question « comment ? » ; elle s'exprime par des lois c'est-à-dire des systèmes de relations qui permettent une prévision de plus en plus efficace ; d'autre part elle répond à la question « pourquoi ? », elle cherche à expliquer à partir de modèles mathématiques ou physiques qui permettent l'application du raisonnement déductif pour l'établissement de conclusions qui doivent être confirmées par une vérification expérimentale.

4.1.1. La légalité, c'est-à-dire la réponse au « comment ? ». En quoi se distingue-t-elle de l'expérience commune, celle qui inspire encore en partie nos techniques ? L'application de cette dernière ne peut se faire que par transduction à des situations voisines qui présentent une ressemblance globale avec la situation déjà connue (taille d'un rosier, trempage de l'acier) ; non seulement la possibilité de transfert est limitée mais elle est bloquée ou faussée par une interprétation erronée de l'impression première — la flamme nous donne l'illusion que la combustion du charbon est une perte de substance — par le poids des images verbales, les représentations animistes et magiques — la nature a horreur du vide, la phase de la lune a une action sur l'efficacité des plantes médicinales —.

Le passage de la corrélation empirique à la relation causale implique un effort d'analyse

et d'abstraction qui permet de saisir un élément répétable dans le flux irréversible des phénomènes : il faut d'abord limiter la transformation étudiée à un changement de propriétés en faisant abstraction de tous les aspects des objets qui ne sont pas touchés par la transformation ; parallèlement, on définit le système en éliminant tous les facteurs qui n'interviennent pas dans la transformation ; dans le cas de la dissolution le système se réduit à l'eau et au sucre dissous ; la forme du vase et l'agitation de la cuillère ne changent rien au phénomène final ; pour définir la dilatation comme une relation réversible entre variation de longueur et variation de température, il a fallu faire abstraction des aspects spécifiques des sources de chaleur et focaliser l'attention sur la seule longueur de la tige.

Ensuite il est nécessaire de séparer les variables indépendantes : lorsqu'un crabe se cache sous une pierre il faut déterminer s'il fuit la lumière ou s'il recherche l'humidité. L'expérience témoin est souvent indispensable pour savoir si on a séparé effectivement la variable incriminée. Pour mettre en évidence l'action d'une variable de façon certaine on fait apparaître les relations quantitatives entre 2 grandeurs : on aboutit à une loi qui se traduit par une relation numérique ou un graphique. Dans ce cas, la pensée scientifique s'appuie sur des objets qui expriment des cas limites non réalisés dans la vie courante : rayons lumineux, point matériel.

A ce stade la loi se distingue de la corrélation empirique par plusieurs caractères :

— Alors que la mesure n'a porté que sur un nombre limité de couples, la loi postule une relation entre toutes les valeurs possibles, même celles qui n'ont jamais été vérifiées auparavant : nous admettons que nous pouvons appliquer un opérateur à tous les nombres réels, que nous pouvons interpoler ou extrapoler un graphique. Nous attribuons au réel les propriétés des fonctions mathématiques. La causalité se trouve objectivée et rationalisée, mais cela comporte aussi des risques ; l'extrapolation doit être vérifiée ; d'autre part la loi nous suggère une relation rigoureuse alors qu'elle n'exprime très souvent qu'une première approximation.

— Dans une formule la dissymétrie entre l'effet et la cause disparaît : la loi de Mariotte établit simplement une relation entre pression et volume d'une même masse de gaz à la même température ; cette présentation détache l'esprit humain de l'action concrète qui a conduit à la loi.

— La loi fait apparaître des constantes nouvelles pour un système donné sous forme de quotient (résistance, capacité), ou de produit (travail, énergie, flux...) ; ces nouvelles grandeurs sont parfois accessibles à l'expérience directe (la masse volumique pour les corps flottants) ; mais le plus souvent ces grandeurs servent de support à des raisonnements déductifs. Les lois empiriques ne constituent pas une collection de données hétérogènes, mais elles sont progressivement intégrées par la pensée modélisante.

La légalité scientifique se distingue de la connaissance naïve par l'application des cadres logico-mathématiques de la pensée ; elle ne résulte pas d'un saut unique, mais d'un cheminement aux aspects multiples et aux paliers successifs, cheminement masqué par la présentation figée des manuels. Dès qu'une relation précise entre propriétés est abstraite d'une situation concrète, le décollage qui caractérise la pensée scientifique est réalisé.

4.1.2. Explication par les modèles, c'est-à-dire la réponse au « pourquoi ? ». Le mode d'explication se développe d'abord parallèlement à l'explication par la légalité puis il l'intègre au stade de la pensée modélisante.

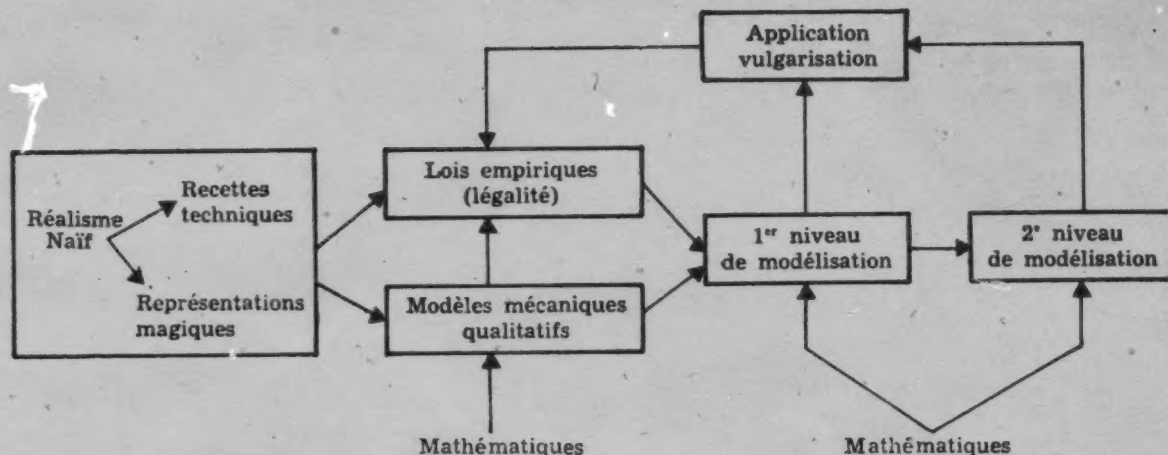
a) Au stade pré-scientifique, parallèlement à l'établissement de recettes techniques, se développe un système d'explications où les représentations magiques et anthropomorphiques jouent un rôle prédominant. La langue a gardé la trace de ces interprétations : « le soleil se couche », « la nature a horreur du vide ». Ces représentations continuent à jouer un rôle important dans les stades ultérieurs et même dans les écrits des plus grands savants ; le mot loi désigne dans de nombreuses langues à la fois le déterminisme et l'impératif moral ou social : la loi physique exprime l'ordre du monde et traduit une volonté. Nous ne nions

pas ici la nécessité de postulats extérieurs à la science mais nous récusons les systèmes d'explications qui court-circuitent la recherche des chaînes causales.

b) Parallèlement à la découverte des lois l'esprit cherche à expliquer les faits par les modèles : dans ce cas les analogies mécaniques servent de support à la pensée déterministe, en particulier pour expliquer le visible complexe par un invisible simple. Certains modèles correspondent d'ailleurs à des archétypes de l'esprit humain, le modèle particulaire (moléculaire par exemple) pour expliquer la conservation du volume et la permanence du corps dissous. Ces modèles basés sur une simple analogie non vérifiée par des données expérimentales et quantifiées ont souvent été le point de départ de déductions indéfinies conduisant à des théories stériles : expliquer toutes les transformations par les mouvements des atomes (*Lucrèce*) ; expliquer l'organisme par un agencement de fibres. Tant que le modèle ne s'appuie pas sur la pensée légaliste, tant qu'il n'exprime pas des lois quantitatives qui permettent de confronter constamment les prévisions et l'expérience, il reste peu fécond.

c) Par contre lorsque le modèle mécanique, physique ou purement mathématique est construit à partir de données expérimentales et qu'il est sans cesse confronté au réel et remodelé, il acquiert une cohérence, un pouvoir d'intégration et de prévision dépassant de beaucoup celui de la pensée légaliste, en particulier parce qu'il permet la déduction mathématique. Toute science tend inévitablement vers ce degré de formalisation qui masque souvent le point de départ empirique de la connaissance scientifique.

d) Cependant toutes les sciences ne sont pas arrivées à ce stade ; de plus, au niveau de l'application et de la vulgarisation, on est souvent amené à rechercher des présentations moins élaborées, en particulier pour pouvoir communiquer avec les techniciens. Une pédagogie réaliste doit donner la maîtrise de tous les paliers de la pensée scientifique et permettre les changements de formulation suivant la situation et l'interlocuteur.



4.1.3. L'expérimentation présente une fonction différente suivant le niveau d'élaboration de la pensée scientifique.

Au stade de la légalité elle définit toutes les interventions volontaires pour mettre en évidence les facteurs qui déterminent une transformation, pour séparer les variables et établir des relations numériques entre grandeurs. Tantôt elle se distingue à peine de l'action : on peut évaporer de l'eau, soit pour recueillir le sucre, soit pour déterminer si le sucre est toujours présent, si le chauffage élimine d'abord l'eau ou le sucre ; le tâtonnement orienté ne modifie pas fondamentalement le phénomène lorsqu'on place des semis à différents endroits. Mais la séparation des variables impose le plus souvent la réalisation d'un montage, c'est-à-dire d'une situation qui n'existe qu'au laboratoire. Cette démarche est improprement appelée hypothético-déductive : la déduction ne joue qu'un rôle secondaire ; c'est l'imagination qui intervient avant tout pour découvrir les hypothèses possibles, pour inventer des situations parfois totalement différentes du point de départ et permettant de vérifier cette hypothèse ; mais l'imagination doit s'appuyer d'une part sur une analyse logique du système (pour savoir d'où peut provenir la buée apparue sur les parois de la cloche recouvrant une salade en pot, il faut

passer toutes les parties du système en revue : plante, terre, pot, air), sur la connaissance d'autres lois (par exemple : condensation de la vapeur d'eau), sur une analyse critique du montage proposé pour savoir si on n'a pas modifié le système (mort de la salade). En codifiant cette démarche sous une forme stéréotypée on masque son rapport avec l'action, son extraordinaire diversité, la complexité des attitudes et des capacités qui interfèrent.

La démarche hypothéco-déductive n'intervient de façon typique qu'au stade de la pensée modélisante ; elle ne sera pas décrite ici car elle ne concerne pas l'école primaire. Signalons simplement que dans ce cas, l'expérience qui permet de vérifier la déduction, se rapporte à une situation totalement différente de la situation qui a conduit au modèle.

4.2. Hypothèses de travail tirées de la psychologie génétique

4.2.1. Au stade des opérations concrètes, l'enfant ne maîtrise pas la pensée modélisante et la démarche hypothético-déductive. Les seuls objectifs possibles sont l'accès à une loi empirique, la conception et l'exécution d'un dispositif expérimental à partir d'un support concret

où la relation est d'abord perçue de façon globale et confuse. Ces objectifs sont généralement reconnus mais les implications qui en résultent ne sont pas toujours suivies : la vitesse, la pression, la masse volumique sont présentées d'emblée comme des grandeurs dérivées alors que l'enfant ne peut les saisir au départ que comme des propriétés liées à la perception et à l'action immédiate (dépasser un véhicule, s'enfoncer dans la neige, flotter sur l'eau). Inversement certains modèles mécaniques (comme celui de molécule-particule) pourraient être introduits dès ce stade lorsque l'enfant a besoin de ce support pour imaginer une transformation et non pour faire des déductions (cf. Piaget : conservation du volume).

4.2.2. L'accès à l'objectivité, condition de tout progrès de la pensée rationnelle est une conquête progressive des enfants de cet âge ; elle s'appuie largement sur la découverte explicite de la légalité qui est un facteur de maturation. L'action autonome en est la condition et elle s'exprime en particulier par le tâtonnement expérimental. L'évolution du langage doit nécessairement exprimer l'évolution de la pensée de l'animisme vers l'objectivité, au cours des pratiques opératoires. Il n'y a pas lieu de recenser des formulations anthropomorphiques : « comment le moteur sait-il qu'on a changé le sens du courant » au début de l'exercice mais il est indispensable de traduire la relation objective découverte par les différents langages.

4.2.3. La pensée expérimentale suppose la construction préalable des catégories de la pensée scientifique (propriétés, fonctions, etc.), celle-ci est traditionnellement négligée. De ce fait elle reste adhérente aux objets concrets et ne dépasse pas la recette pratique impossible à transférer, ou elle apparaît comme un attribut d'appareils poussiéreux faisant partie du musée pédagogique (pyromètre) ou un exercice rituel (expérience du verre renversé) qui fausserait les esprits s'il était efficace. Il a déjà été indiqué que la construction de ces notions par les activités techniques ou opératoires offrait par ailleurs un point d'appui important au développement de la pensée rationnelle.

4.2.4. La persistance de représentations naïves ou l'échec de l'expérimentation ne tiennent pas uniquement à des ignorances qu'un effort d'information pourrait combler mais à certaines particularités de la pensée de l'enfant.

a) Il éprouve souvent de la difficulté à se détacher mentalement du support concret de l'action pour imaginer ses prolongements ou l'action inverse (réversibilité opératoire) ; on peut y rattacher les problèmes de la représentation spatiale. Cette difficulté est particulièrement importante au début de l'école élémentaire. Elle conduit à associer à ce stade de façon étroite la pratique expérimentale à l'activité technique et à lier constamment cette dernière à une activité de communication au cours de laquelle l'enfant est amené à prévoir et à formaliser ce qu'il fait.

b) La difficulté de séparer les variables indépendantes constitue le principal obstacle à la démarche expérimentale. L'analyse logique du système permet théoriquement de séparer les facteurs possibles dans certains domaines ; elle n'est guère possible pour un jeune enfant qui a de la peine à décomposer un système ; elle n'est d'ailleurs qu'un outil qui permet d'éviter l'oubli de certains facteurs et non de découvrir ceux qui interviennent effectivement. La séparation des variables consiste avant tout à dissocier des facteurs liés par une perception globale (le contact du sable mouillé superpose l'action de la température et de l'humidité) ; elle exige une comparaison des observations — les graines germent aussi bien dans le sol que sur le coton donc la lumière semble sans action — ; comparaison facilitée par le tâtonnement et la communication. Entre 6 et 12 ans, 2 évolutions parallèles qui se déterminent réciproquement facilitent considérablement le développement de la capacité à discriminer les variables : le passage de la pensée syncrétique et globale à la pensée objective et analytique, la structuration de l'expérience de l'enfant qui permet de trouver des repères ; la démarche expérimentale située dans une perspective fonctionnelle met ces 2 domaines en rapport : bien conduite elle constitue un facteur de maturation.

c) L'étude précise des transformations s'appuie souvent sur la conservation de certaines

grandeurs : masse, travail, énergie. Certaines peuvent être construites directement à partir de l'expérience, comme celle de la masse ou du volume ; sans revenir ici sur les travaux de Piaget, on peut admettre que l'enfant peut faire des progrès décisifs dans ce domaine au cours de la scolarité élémentaire à condition de lier tâtonnement expérimental et réflexion (cf. Physique II). Par contre le concept d'énergie relève davantage de la pensée modélisante et seule une explication du vocabulaire courant en situation concrète semble possible sans que le concept de conservation soit saisi clairement. De façon plus générale les modèles sont perçus comme des objets et non des outils de la pensée ; leur emploi ne peut être évité lorsque la notion vient de l'école parallèle (molécule ou atome) ; il vaut probablement mieux dégager leur signification occasionnellement au lieu de les employer systématiquement ou de les refuser totalement.

d) L'exploitation des résultats numériques est parfois délicate. La notion d'opérateur permet de rendre les résultats bruts comparables (ramener à l'unité par exemple) et de faire apparaître les relations de proportionnalité ; cette dernière est d'abord suggérée par la correspondance entre les relations d'ordre établies pour chaque série de variables. La traduction d'une fonction (série discrète de couples) par un graphique peut être abordée de façon intuitive avant la théorie mathématique. Il est toujours possible de trouver un niveau de mathématisation permettant de dégager une relation expérimentale sous une forme utilisable à condition de ne pas vouloir retrouver la présentation des manuels du 2^e degré.

4.2.5. L'épreuve suivante réalisée sur une population de 4 000 élèves de 6^e des 3 voies permet de situer l'importance relative des difficultés. (Epreuve individuelle papier-crayon sans communication ni aide extérieure.)

On a présenté aux élèves un dessin représentant un pied de salade en pot recouvert d'une cloche et on leur a posé les questions suivantes :

— d'où vient la buée ?

— imaginez une expérience pour prouver votre affirmation.

Les réponses à la 1^{re} question font apparaître une richesse d'hypothèses plus grande que celle de l'adulte ; certaines sont inexactes sans être absurdes — (l'esprit de l'enfant n'est pas canalisé par un corps de connaissances) — d'autres montrent que l'enfant ignore des notions qui nous paraissent évidentes — (le cycle de l'eau par exemple) — d'autres encore montrent la nocivité du savoir didactique surtout lorsqu'il est transmis sous une forme pseudo-expérimentale : ils parlent de gouttes de gaz carbonique car ils ont cru reconnaître un schéma sur la respiration. 25 % des élèves seulement procèdent à une analyse méthodique des différentes parties du système d'où de nombreux oublis.

Les réponses à la 2^e question montrent avant tout que près de 30 % des élèves n'ont pas su traduire leur hypothèse en un schéma expérimental : ils récitent une tranchée de cours, répètent la description de l'expérience ou proposent un montage qui ne sépare pas les variables préalablement définies. D'autres échecs sont dus au fait qu'ils ignorent les contraintes biologiques : les montages proposés perturbent profondément la vie de la plante.

Cette épreuve réalise volontairement une situation de classe artificielle, inadmissible même du point de vue pédagogique ; le montage est imposé, les problèmes n'ont pas été formulés par les enfants ; leur activité a été purement individuelle et verbale. Une réponse immédiate a été imposée sans possibilité de tâtonnements.

Lorsque l'élève a la possibilité de s'appuyer sur son action, de dépasser ses représentations individuelles par la communication, lorsque le maître intervient sans s'imposer pour éviter la dégradation de l'activité en bavardage et agitation, les résultats sont totalement différents. Les unités pédagogiques spécialisées présenteront un grand nombre d'exemples évalués. Nous nous limitons ici à l'étude de quelques problèmes pédagogiques posés par l'expérimentation.

4.3. Problèmes pédagogiques posés par l'expérimentation

Comment le maître peut-il orienter l'action des enfants et la communication à l'intérieur de la classe

pour permettre une démarche expérimentale efficace sans imposer de solution préfabriquée ?

Nous supposons qu'un problème préalable soit résolu : le climat de la classe permet le jaillissement des questions et la communication ; les enfants savent qu'ils sont capables de découvrir, de participer à la construction de leur propre savoir et que l'école n'est pas seulement le lieu où ils ont à subir des apprentissages. Nous rappelons aussi que l'objectif n'est pas de faire acquérir une méthode passe-partout mais de permettre à chaque enfant de progresser sur un itinéraire qui lui est propre, selon son développement génétique.

4.3.1. *Le passage de l'action à la pensée au cours du tâtonnement expérimental*

Devant une horloge-jouet, un enfant peut ne se poser aucun problème « elle est fabriquée pour donner l'heure, son balancier est fait pour se balancer ». Mais en enlevant le balancier démontable — de façon purement fortuite le cas échéant — il provoque un emballement des mécanismes, une rotation rapide des aiguilles qui conduit au questionnement : « comment le balancier ralentit-il le mouvement ?, comment la roue verte peut-elle pousser la roue jaune ? » (12.3.a).

Le « plaisir d'être cause » chez les jeunes enfants permet souvent de passer du tâtonnement incoordonné à une exploration plus cohérente qui débouche sur la découverte d'une relation (cf. planche III B 3).

Exemple C.P. (16.7.q). Les enfants se demandent comment « faire marcher » le matériel mis à leur disposition sur la table de sciences : des piles diverses (en particulier des piles plates de 4,5 V) ; des ampoules de lampes de poche ; des fils de différents métaux, des ficelles, des fils de laine, etc. Ils reconnaissent au passage la fonction des différents éléments « ces fils-là, c'est pour quand les plombs ont sauté... », puis ils s'attellent au problème « comment faire marcher la lampe avec une pile ». Quelques réussites semblent dues d'abord au hasard ; puis on observe la réussite systématique de ces essais. A ce moment ils manifestent une joie exubérante à l'idée d'exercer leur puissance sur les choses ; l'un d'entre eux s'en va tout seul dans un coin pour trépigner de joie en silence avant de revenir à sa place

(enfant qui a eu des difficultés de lecture et qui fait des progrès considérables depuis qu'il peut manipuler et que le travail de français qu'on lui propose en classe porte sur le domaine qui le passionne le plus : l'action sur des objets). Les enfants comparent leurs solutions, les représentant par le dessin ; leur formulation verbale et leurs schémas n'expriment pas toujours correctement le montage. Un certain nombre de va-et-vient entre l'expérience et sa formalisation sont nécessaires pour que l'acquis puisse être dégagé : l'ampoule s'allume quand la bosse du culot d'une part et son pourtour d'autre part sont reliés respectivement à chaque bras (lame) de la pile, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un fil métallique. A aucun moment les enfants ne se sont appuyés sur le vocabulaire usuel (le courant passe...) pour imaginer des solutions à partir de ce modèle. L'expérience s'est poursuivie par la recherche d'une solution permettant d'allumer une ampoule de 4,5 V avec des piles de 1,5 V.

Le « plaisir d'être cause » peut conduire très loin certains enfants mais il tend le plus souvent à se dégrader en exercices répétitifs, en apprentissages de recettes, ou il se limite à un bouillonnement incoordonné. Mais la joie de la découverte conduit normalement à la communication et cette dernière est le point de départ d'un détachement de l'action qui permet la mise en évidence de la relation. D'autre part chez les enfants plus âgés la communication permet une réflexion sur la démarche elle-même : les essais incoordonnés peuvent être ordonnés en un tableau, un arbre, un organigramme qui permettent de dégager la logique de la méthode expérimentale. L'intervention du maître n'est pas orientée par la volonté de formuler un acquis défini à l'avance mais par le souci de réaliser le passage de l'action vécue à sa traduction symbolique qui permet de nommer une relation causale précise et cela au niveau de chaque élève.

4.3.2. La vérification expérimentale d'une hypothèse. Avec des enfants plus âgés (C.M. en particulier) ; la démarche expérimentale se présente d'emblée de façon plus ordonnée sans qu'elle ait été imposée par le maître : la démarche est construite à partir des idées et des créations des enfants mais le maître oriente

la communication de façon à préciser la signification de la démarche dès le départ.

L'entretien se dégrade facilement dans une discussion oiseuse où les partenaires tournent en rond, échangent des arguments d'autorité et finissent par oublier le problème posé. Le maître risque de perdre patience et d'imposer un schéma expérimental prévu à l'avance pour établir une notion dont l'acquisition a été prévue à l'avance pour cet exercice. Les élèves récitent le schéma mais n'acquièrent pas de véritable culture scientifique car ils n'appliquent pas l'acquis à leurs problèmes de vie et s'appuient uniquement sur les sources d'information pour trouver la réponse à une question. Ce cercle vicieux peut être brisé par une action discrète mais persévérante du maître qui porte principalement sur les points suivants :

- les élèves traduisent leurs opinions en hypothèses précises qui sont regroupées et classées à la fin de l'entretien ;

- chaque élève ou groupe est invité à répondre de façon explicite à la question : comment prouver cette affirmation ? Le souci de vérifier une affirmation se développe rapidement dans une classe habituée à l'autonomie mais la procédure expérimentale ne vient pas toujours à l'esprit des enfants ;

- la mise au point de l'expérience fait alterner la création personnelle (tant en ce qui concerne la conception théorique du montage que la réalisation pratique) et l'analyse critique de la classe : l'isolement des variables qui interviennent effectivement et la séparation des variables indépendantes repose sur la confrontation des points de vue car l'élève isolé est capable d'inventer mais conçoit difficilement un cadre logique qui permet de prévoir tous les cas et d'organiser l'action : ce cadre est construit après coup par un effort collectif ;

- l'interprétation des résultats fait de nouveau appel à une confrontation des points de vue. La synthèse en fin d'exercice est nécessaire. La rigueur de la démarche apparaît seulement après coup.

L'alternance de périodes de travail individualisé ou par petits groupes portant sur la conception et l'action, et de périodes de travail par classe entière consacrées à l'analyse des don-

nées facilite la compréhension de la méthode par les enfants. Il est rappelé que la démarche expérimentale se greffe sur un point de départ lié au vécu de l'enfant non seulement pour répondre à une motivation et à une question qu'il comprend et qui le concerne mais aussi parce que la résolution d'un problème expérimental s'appuie nécessairement sur un réseau de données et de connaissances sans lequel l'esprit tourne à vide comme les roues d'une voiture sur le verglas : la classe doit pouvoir s'appuyer sur l'expérience apportée par les sorties, les activités techniques, les élevages et les cultures, les lectures : sans ce fond commun à toute la classe, l'activité ne profiterait qu'aux élèves déjà favorisés par la richesse de leur milieu socio-culturel. Malgré cet effort l'interprétation bute parfois sur des obstacles imprévus : les élèves cherchent en dehors du réservoir du thermomètre l'origine du liquide qui monte dans le tube ; la dilatation est conçue comme un apport de matière et cette difficulté conduit à modifier totalement le schéma de l'expérience...

4.3.3. Le support et le point de départ de l'expérimentation. Est-il souhaitable de dégager les problèmes expérimentaux des situations globales vécues par l'enfant, ce qui exige beaucoup de patience et met en question une planification trop rapide des objectifs et des emplois du temps ou faut-il au contraire proposer à l'enfant un matériel spécialement construit en vue de l'acquisition d'un objectif précis, ce qui permet de limiter les tâtonnements, d'éviter les impasses et d'orienter plus facilement le travail du maître. La 1^{re} hypothèse est adoptée par la plupart des mouvements d'éducation nouvelle ; la 2^e hypothèse inspire certains projets étrangers (S.C.I.S.) et rejoint l'attitude de nombreux mathématiciens qui orientent le travail des élèves par le choix du matériel (blocs logiques par exemple).

a) L'expérimentation à partir du milieu. Deux séries d'observations tendent à minimiser les possibilités d'une telle approche.

- Lorsque l'enfant est libre de son activité il pense peu à expérimenter : il peut regarder pendant des heures la récolte ramenée d'une mare sans déboucher sur un problème expérimental ; l'observation des phénomènes phy-

siques naturels (la pluie, la fusion de la neige) tend aussi à rester passive. Mais si le maître propose à la classe des possibilités d'action (constructions, élevages, etc.) et si la communication permet de passer de l'activité vécue à la formulation du problème, les occasions d'expérimenter se préciseront ; peu à peu les enfants chercheront à résoudre un problème par l'expérimentation au lieu de se borner à la recherche de l'information.

— Les enfants n'organisent pas spontanément les données de l'expérience et les apports de l'école parallèle. M^{me} LEBOUTET (1) par exemple a montré qu'il était difficile d'exploiter en physique l'acquis empirique d'élèves de 15 ans. D'où la tentation de gagner du temps en construisant rapidement des concepts expérimentaux à partir d'un matériel privilégié. Mais le problème est différent au niveau de l'école élémentaire. L'expérience permet simultanément à l'enfant de construire les cadres logico-mathématiques et les premiers concepts scientifiques. C'est l'effort pour organiser les données de l'expérience immédiate grâce à une éducation scientifique précoce qui permet d'éviter plus tard la juxtaposition de représentations empiriques naïves et d'un savoir scientifique lié à un matériel expérimental sophistiqué.

Il est donc souhaitable d'enraciner la démarche expérimentale dans une prise de conscience globale du milieu.

b) L'expérimentation à partir du matériel construit dans une intention spécifique. Trois raisons peuvent conduire à employer ce type de matériel.

— Il existe dans les collections de l'école : pourquoi mettre au rebut le pyromètre construit avec amour par un prédécesseur ? Dans ce cas les problèmes posés sont ceux du paragraphe suivant.

— L'acquisition précoce d'un concept-clé est jugée indispensable ; les faits de la vie courante sont trop complexes pour conduire à cette notion (exemple : rôle de l'oxygène dans les

combustions, on part de réactions pratiquées dans des milieux clos). Dans ce cas les précautions suivantes paraissent indispensables : les enfants ont d'abord la possibilité de manipuler librement l'appareil, de comprendre son fonctionnement, de critiquer sa conception et de proposer des modifications ; le maître n'ira pas au-delà de ce que la classe peut dégager avec son aide ; il détache le concept de son support en diversifiant de façon effective les applications réalisées dans le milieu, l'observation précise du travail au chalumeau pour l'oxygène par exemple.

— La manipulation de l'objet se prête mieux à l'acquisition de certains aspects de la méthode expérimentale ; par exemple le tourniquet du S.C.I.S. se prête remarquablement à la séparation des variables indépendantes qui déterminent la vitesse de rotation. Dans ce domaine nous avons adopté provisoirement l'hypothèse de recherche suivante : les exercices technologiques, en particulier les jeux de construction, se prêtent remarquablement à cette situation ; il est inutile de prévoir actuellement un matériel spécifique.

En conclusion, la recherche d'un matériel spécialement construit en vue d'une expérimentation donnée se limite actuellement au support expérimental d'un petit nombre de notions de physique qui sera défini par le groupe de travail correspondant. Dans les autres cas il nous paraît préférable de faire participer les enfants à un effort d'invention qui porte à la fois sur la conception théorique et la réalisation du montage.

5. ACTIVITES DOCUMENTAIRES

5.1. Généralités

Le travail sur documents et la démarche expérimentale sont complémentaires et il faut éviter de les dissocier de façon systématique :

— le travail scientifique ne peut se passer de recherche documentaire — un chercheur peut consacrer près du tiers de son temps à un travail sur document —, c'est fausser l'esprit des enfants que

(1) Lucie Leboutet, « L'enseignement de la physique », P.U.F., Collection Sup.

de leur faire croire qu'une recherche ponctuelle débouche sur un résultat certain ;

— inversement, le travail sur documents n'est fécond en sciences que s'il s'appuie sur un acquis dégagé par l'expérience directe ; sans l'intégration de cette dernière, la fonction critique s'exerce difficilement, l'application de l'acquis dans l'action est aléatoire ; les activités de compilation qui se sont parfois substituées aux exercices scientifiques débouchent sur une caricature de formation scientifique, une « culture de balcon » ou de jeux télévisés surtout lorsque l'enfant manie de façon non critique des documents de seconde main.

D'autre part, nous aurons l'occasion de montrer que le lien étroit entre activités documentaires et exercices scientifiques facilite l'approche du document par l'enfant ; en particulier l'initiation à la lecture de l'image est considérablement facilitée par son intégration dans une démarche de type scientifique.

5.1.2. Les fonctions du document sont multiples dans le cadre des activités d'éveil scientifiques :

a) Sensibilisation : le document constitue le point de départ qui permet de poser un problème ; cet aspect a déjà été abordé.

b) Apport de données brutes servant de support à une analyse. L'observation précise et l'expérimentation se font souvent en deux temps : dans un 1^{er} temps on établit des documents (photographie, dénombrement de populations) ; au cours d'un 2^e temps on les interprète. Dans le 2^e degré on est souvent amené à séparer les deux temps, et à travailler sur des documents imposés : l'élève analyse un protocole expérimental tiré d'une revue ou d'un livre d'histoire des sciences, d'un film ou d'une émission de télévision, il travaille sur des dénombrements de populations établis par un écologiste, il interprète des photographies faites au microscope électronique. Le transfert de telles méthodes à l'école élémentaire ne peut se faire qu'avec précaution ; mais lorsque l'enfant a pu avoir un contact global avec le problème, il est parfois utile de lui éviter les

taches répétitives en lui fournissant une liste de données (ex. : mesures) ou de le faire travailler sur des données plus précises que celles qu'il peut collecter lui-même dans son milieu immédiat. (Ex. : interpréter le rôle d'un rapace dans l'équilibre biologique à partir de données numériques relatives au contenu de l'estomac).

c) Apport d'informations déjà élaborées. Pour individualiser le travail, pour donner plus d'autonomie et de responsabilité aux élèves, le maître peut les renvoyer à des documents au lieu de donner lui-même les indications techniques : l'enfant suivra les indications d'une B.T. pour monter l'aquarium ; il cherchera les renseignements qui lui permettront de nourrir le jeune merle blessé, de savoir pourquoi les poissons sont morts. Le travail de détermination en particulier mérite d'être individualisé car la recherche du nom est éducative surtout lorsqu'elle répond à une curiosité mais la connaissance passive d'une nomenclature sans référence biologique est sans intérêt. D'autre part, le recours au document intervient nécessairement à l'issue d'un exercice : dans quelle mesure les conclusions de la démarche peuvent-elles être extrapolées ? quelles précisions supplémentaires peut-on obtenir en reprenant le problème avec d'autres moyens ? L'observation des comportements dans la nature : il sera utile de se reporter à des livres pour pouvoir interpréter les observations relatives à la vie de l'écrevisse ou des criquets élevés en classe ; la joie d'avoir découvert que les « œufs » des chenilles de Piérides étaient des cocons d'un parasite conduit à rechercher des précisions sur la biologie de ce dernier... Les enfants font une recherche sur la betterave (09.1.). Ils parviennent à extraire par évaporation un sucre impur et peu appétissant... Ils se demandent alors si la préparation industrielle est basée sur le même principe. La projection d'un film sur la fabrication du sucre leur a fourni des éléments de réponse. Enfin l'exercice conduit souvent à des extensions : l'étude des marais salants prend la suite d'une expérience de dissolution et d'évaporation du sel ; après la visite du zoo les enfants se reportent aux B.T. et aux encyclopédies qui décrivent la vie des animaux qui les ont intéressés.

d) Evaluation

Le contrôle de l'acquis se limite souvent à une récitation verbale de connaissances sans référence à une situation vécue. Les documents (films et même des textes) permettent de simuler ces situations et de procéder à des contrôles plus valables.

Exemple : le maître propose aux élèves le texte suivant accompagné d'une photo de Dauphin « les Dauphins possèdent sur le dos une nageoire triangulaire verticale non soutenue par des os. Aussi certains individus la perdent-ils soit en vieillissant, soit dans des combats. Leur peau n'est pas recouverte d'écailles. Sur le ventre des femelles les mamelles se trouvent à la partie postérieure du corps ; elle met au monde des petits vivants. La queue a la forme d'une nageoire horizontale. Ainsi lorsque l'animal nage il sort de l'eau et disparaît régulièrement en donnant des coups de queue. Il respire chaque fois qu'il arrive à la surface de l'eau ».

« D'après le dictionnaire le Dauphin est un mammifère et non un poisson. Quels sont les mots ou les groupes de mots du texte qui justifient cette affirmation ? » (le texte renferme volontairement des détails sans rapport avec la question). Le film permet aussi de vérifier si l'élève sait transférer une attitude scientifique dans une situation nouvelle ;

Après la visite d'une petite ferme traditionnelle le maître a projeté un film qui montrait une grande ferme moderne ; il a écouté les commentaires des élèves sans poser de questions au début pour voir s'ils appliquaient spontanément certains principes dégagés au cours de la visite, par exemple les facteurs biologiques, économiques, sociaux qui déterminent le choix d'une culture.

e) Quelle place peut-on donner aux problèmes dont l'étude ne peut être faite qu'à partir de documents : les volcans, la lune, la télévision ? Il n'est pas possible d'évacuer un problème qui répond à un intérêt réel bien qu'il s'agisse d'un travail de vulgarisation et non d'un exercice scientifique, mais en général il vaut mieux limiter la recherche à un petit groupe particulièrement motivé au lieu de sensibiliser toute la classe à ce problème.

5.2. Les documents imprimés

Les activités scientifiques font lire — lorsque les documents adéquats existent — et permettent un va-et-vient constant entre l'action et sa traduction par la langue écrite qui conduit à une plus grande maîtrise de certaines compétences.

5.2.1. Recherche de renseignements. Les enfants ont des difficultés pour savoir comment et où chercher un renseignement. (12.1.b) : les élèves cherchent l'origine de pelotes de régurgitation de chouette. Deux d'entre eux, à partir de souvenirs de lecture prétendent qu'il s'agit de « crachats » de chouettes. Ils recherchent des renseignements sur la chouette dans le dictionnaire sans trouver la réponse. A la question du maître « vous avez donc recherché pour rien » un élève répond « non parce que j'ai trouvé que la chouette est un rapace nocturne ». Ils consultent le chapitre « rapaces nocturnes » dans « la vie des animaux » et trouvent les renseignements demandés. Cette recherche de renseignements s'est placée après l'observation en classe du contenu des pelotes ce qui a permis aux enfants de découvrir par eux-mêmes ce qui était à leur portée.

Il est souhaitable que les élèves sensibilisés par les difficultés de recherche d'une information soient initiés à certaines techniques documentaires dès l'école élémentaire (exploitation d'un fichier).

5.2.2. Compréhension et interprétation

a) Le vocabulaire présente souvent des difficultés ; il importe que les enfants isolent les mots qu'ils ne comprennent pas, qu'ils s'habituent à chercher les termes usuels dans le dictionnaire, qu'ils fassent appel au maître pour les termes scientifiques et pseudo-scientifiques au lieu de répéter un mot inconnu.

b) Beaucoup de contre-sens sont dus à la méconnaissance du niveau de langue et du genre littéraire : s'agit-il d'un texte scientifique, poétique ou d'un texte de vulgarisation où l'auteur raisonne constamment par analogie ?

Exemple (02.2.b) : Dans une classe où les enfants ont réalisé un élevage de fourmis qu'ils ont suivi pendant une année le maître met à

la disposition des élèves deux livres écrits par de grands naturalistes ayant particulièrement étudié les fourmis :

« La vie des fourmis », par Marterlink (Fasquelle, 1930).

« Fourmis, Abeilles et Guêpes », par Lubbock (Germer-Boillère, 1883).

Certains extraits du 1^{er} livre sont marqués d'un anthropomorphisme que l'observation continue de la fourmilière a permis aux enfants de dépasser « on les voyait... lutter ensemble... se relâcher aussitôt pour s'attaquer ensemble ; elles se cramponnaient au corselet... l'une et l'autre, s'embrassaient... et prenaient leur revanche sans paraître se faire mal » ; dans d'autres passages plus polémiques et plus scientifiques Marterlink contredit les interprétations suggérées par une observatrice éminente qui a cru découvrir l'existence d'une équipe de fourmis chargées de la lutte contre l'incendie. Les extraits du livre de Lubbock sont des rapports d'expérience parfois fastidieux montrant la précision, la patience, le scepticisme, l'objectivité indispensables au naturaliste. Par exemple, pour étudier la communication verbale entre fourmis, Lubbock dépose une grappe de raisin écrasée à 1 mètre d'une fourmilière ; il capture une fourmi marquée d'une tache de peinture, la fourmi n° 2 sera marquée d'une teinte différente et ainsi de suite ; chaque passage de fourmi est noté avec précision « A 9 h 45 j'ai mis une fourmi (n° 1) au raisin, à 9 h 50 elle retourne au nid... Ainsi au bout de 3 heures il ne vint que 6 étrangères ». Il recommence l'expérience avec un autre matériel et dans d'autres conditions avant de proposer une conclusion.

Il est facile pour les enfants du C.M. ayant un contact permanent avec les faits de reconnaître que les textes du 2^e auteur décrivent une expérience répétable et que ceux du 1^{er} frappent d'imagination en apportant parfois une interprétation personnelle. Ils relèvent alors les caractères spécifiques de chacun des deux styles. Le même problème se pose à propos des textes de Colette, de Genevoix : pour les apprécier il faut saisir la vision personnelle de l'auteur. Le repérage des différences de genre et de style est capital : le texte ne doit pas être dénaturé et devenir un prétexte à un exercice scientifique.

5.2.3. Exploitation des documents, la compréhension étant assurée

a) La recherche d'une information en vue d'une action ou de la confirmation d'une conclusion constitue le mode d'exploitation le plus courant. Dans ce domaine, les manuels scolaires mis à la libre disposition des élèves peuvent rendre des services effectifs à condition d'être diversifiés et si possible de niveaux différents : leur convergence confirme la validité de l'information ; la découverte d'inexactitudes occasionnelles conduit les enfants à une attitude critique vis-à-vis de l'imprimé. Par exemple des enfants d'une classe Freinet en voulant interpréter leur dissection du pigeon à l'aide d'un livre de 6^e ont découvert avec surprise que le livre mentionnait une vésicule biliaire qui n'existait pas (confusion avec le poulet) ; ils ont écrit à l'auteur du livre pour lui signaler son erreur et ont été félicités par lui.

L'exploitation des informations données par la presse implique encore davantage une analyse critique. Malgré le vocabulaire, le niveau de langue est en général assez bas et ne permet pas une analyse précise : les coupures de journaux au tableau d'affichage interviennent plus souvent au niveau de la sensibilisation à un problème.

b) La rédaction d'un compte rendu est parfois nécessaire. Elle exige souvent une condensation et une transposition (changement de niveau de langage). Comment éviter que l'enfant ne mette bout à bout des phrases ou des lambeaux de phrase simplement recopiés sans fil directeur ? En somme le compte rendu répond à une fonction précise, il se situe par rapport à un problème et s'intercale dans une action (observation ou expérience par exemple) : ce support concret oriente le choix et la discussion du texte proposé ; un questionnaire préalable peut faciliter parfois le dépouillement du document. L'analyse du texte relatif aux ravages produits par l'introduction du lapin en Australie sera centrée sur la question « comment un équilibre naturel a-t-il été bouleversé ? ».

c) La synthèse de plusieurs documents est parfois indispensable. Pour faire un exposé sur le Campagnol, l'enfant sera amené à utiliser la

description précise fournie par un manuel de détermination, une étude biologique tirée de la « vie des animaux », une analyse des données propres au milieu local fournie par le service de la Protection des végétaux. L'étude comparée des documents permet aussi de saisir le développement de la pensée humaine et les obstacles à la connaissance. Le numéro de « Textes et documents pour la classe » consacré aux fossiles cite des textes de Vinci, de Voltaire, de géologues actuels ; sa lecture après récolte de fossiles in situ permet de sensibiliser les esprits aux exigences de la méthode scientifique.

5.2.4. Conclusion

La pratique concrète des activités d'éveil scientifiques suppose une documentation spécifique, diversifiée et individualisée exploitée de façon très variée ; elle pourrait contribuer à sortir l'enfant du cadre du manuel de lecture formel et artificiel quelle que soit la qualité des textes retenus. Mais pour réaliser cet objectif un important effort de recherche et d'édition de documents serait nécessaire (voir p. 210).

D'autre part, l'emploi rationnel de la documentation pose le problème du centre documentaire : leur mise en place est liée à la rénovation pédagogique mais les modalités de fonctionnement du centre doivent permettre une articulation efficace avec les activités de laboratoire.

5.3. Les documents audio-visuels

5.3.1. La lecture de l'image doit-elle faire l'objet d'une alphabétisation spécifique comportant un programme et un horaire explicite comme l'apprentissage de la langue écrite ? A l'école élémentaire, une telle pratique serait une erreur car il n'est pas possible de séparer les problèmes de fabrication et de lecture de la fonction de l'audio-visuel et du contenu du message ; il est nécessaire de construire parallèlement les repères spatiaux et temporels et de passer de la vision topologique de l'espace à l'espace projectif pour pouvoir établir la correspondance entre le réel et l'image plane.

Les activités d'éveil constituent le moment privilégié de l'initiation audio-visuelle car leur fonction propre — en particulier leurs exigences disciplinaires — conduit à comprendre et à maîtriser cette source d'information et de documentation.

Exemple (05.1.b) : Les enfants du C.E. 1 ont procédé à une visite libre puis à une observation « armée » des cuisines de l'école ; chaque enfant a raconté ce qu'il a vu : certains ont rédigé un texte, d'autres ont dessiné, quelques-uns ont écrit et dessiné. Après l'exercice la maîtresse a fabriqué deux séries de diapositives : photographies des dessins d'enfants et photographies des principaux éléments de la cuisine.

La maîtresse a d'abord projeté la photographie du dessin de la machine à laver la vaisselle. La classe eut quelques difficultés à reconnaître qu'il s'agissait du dessin d'un élève.

Mais quand la diapositive fut projetée, les enfants ne le reconnurent pas. Ils contestèrent la grandeur, la couleur, la forme. Il fallut retourner sur place, voir d'où la photographie avait été prise. De retour en classe, ils ont fini par admettre qu'il s'agissait du même objet, mais ils ne comprirent pas que la machine avait été photographiée en vue plongeante à 2,50 m au-dessus du sol et ils constatèrent simplement que la photographie déformait le réel.

Cette observation de plus en plus rigoureuse amena tous les enfants à réaliser de nouveaux dessins beaucoup plus précis qui furent placés dans leur classeur personnel à côté du texte rédigé sur ce sujet par le groupe de travail.

La projection d'une autre diapositive souleva des problèmes majeurs. Il s'agissait d'un dessin représentant le centre de la cuisine. Les enfants qui maintenant connaissaient les lieux, remarquèrent que les objets étaient mal disposés, et ils eurent l'idée de reconstituer la cuisine.

L'un des enfants de la classe proposa de découper les meubles pour les changer de place dans le dessin... et pour cela de découper l'écran (!). Il fallut donc, pour lui et pour quelques autres, faire toute une série d'expériences pour leur prouver que l'image n'était pas imprimée sur l'écran. Il fallut discuter, les

uns ont expliqué que ce n'était qu'un « reflet », d'autres dirent que si on découpait l'écran, on obtiendrait tout de même une silhouette, certains proposèrent de découper « le film ». La maîtresse montra la diapositive, et ils comprirent qu'on aurait des éléments trop petits.

Cette séquence a montré la difficulté pour des enfants de saisir les rapports entre une image projetée et la réalité. Il paraît nécessaire de les initier très tôt à la prise de photographies, à la lecture d'images et de projections.

Après de nombreux essais et de multiples tâtonnements, les enfants finirent par placer un grand papier sur l'écran, ils repassèrent au feutre les contours des dessins et ils purent alors réaliser leur idée première : découper les objets dessinés pour les replacer convenablement dans un nouvel espace, et reconstituer la cuisine.

Ensemble, les élèves s'efforcèrent de placer sur le plan vertical les dessins de chaque objet. Ils éprouvèrent de grandes difficultés, et demandèrent à travailler sur un plan horizontal et non vertical.

Ils prirent comme point de repère le centre de la cuisine, puis ils placèrent les autres éléments par rapport au centre. Comme il leur manquait des données, quelques élèves retournèrent sur place et dressèrent un plan précis qui leur permit, une fois revenus en classe, de reconstituer correctement l'ensemble de la cuisine.

L'exemple précédent montre comment l'intégration fonctionnelle des pratiques audio-visuelles dans les activités d'éveil contribue à donner la maîtrise des media à l'enfant.

a) Le lien étroit entre le vécu, l'expérience acquise par l'exploration directe du milieu et le document audio-visuel permet à l'enfant d'analyser le document à partir d'une compréhension globale : le va-et-vient entre l'objet réel et l'image favorise la compréhension des procédés de fabrication et facilite l'étude critique de l'image.

b) La participation des enfants à la production des documents résulte de la logique interne des

activités d'éveil, elle constitue souvent un moment nécessaire de la démarche scientifique. Ce cadre change profondément le statut de l'audio-visuel ; il n'apparaît plus comme le support d'une information imposée, reçue de façon passive mais comme un moyen de communication qui donne une large place à l'expression et à la création personnelles. D'autre part il facilite une approche critique du document car il montre l'importance des procédés de fabrication sur la signification du message ; mise en évidence de certaines phrases détachées du contexte par un montage au magnétophone, signification différente d'une série de photographies suivant le choix des vues, le cadrage, l'angle de prise de vue. En sciences, il est nécessaire de prendre des précautions pour permettre le repérage objectif, par exemple de fournir un indicateur permettant de reconstituer la dimension exacte de l'objet.

c) En activités d'éveil les enfants eux-mêmes sont appelés à mettre en œuvre les instruments — projection, appareil photographique, magnétophone — et à concevoir l'emploi d'un moyen audio-visuel dans le cadre d'un objectif donné ; ils sont amenés par exemple à faire un choix de diapositives (à la visionneuse si possible) en vue d'un objectif déterminé. Non seulement ce travail permet une analyse plus fine du document mais il conduit à objectiver le message par le biais d'une étude technique de l'instrument : les appareils optiques et électroniques constituent des objets techniques qui passionnent le plus certains enfants. Même à l'école élémentaire de tels exercices sont possibles : l'appareil photographique a été étudié par de nombreuses équipes ; l'observation de bandes de films, l'étude de leur progression sur la projection montre que l'impression de mouvement est produite par une succession d'images fines à une vitesse réglable : cette découverte contribue à démystifier l'image animée.

5.3.2. La compréhension du message audio-visuel. Chez le jeune enfant, la compréhension du langage et celle de la signification du message se déterminent réciproquement. L'exemple ci-dessous permet de poser certains problèmes (05.1.d, e et f, C.P., C.E. 1, C.E. 2).



Ecole Primaire (LE BOURGET)
Utilisation du Magnétophone

La maîtresse s'est posé le problème suivant « comment aider l'enfant à situer les données de l'image par rapport à l'ensemble de son expérience ». Le film a été projeté dans trois classes différentes après une observation préa-

lable du nid qui a fait naître le besoin d'une information audio-visuelle. Le tableau ci-dessous résume la démarche et les observations de la maîtresse.

C.P.	C.E. 1	C.E. 2
Etapes 1. Observation d'un nid apporté par un élève. Des questions sont posées : « Le nid est vide, où sont les oiseaux ? » « On ne voit pas beaucoup d'oiseaux l'hiver, que sont-ils devenus ? » « Quels sont les oiseaux qu'on voit autour de l'école ? » 2. Observation des oiseaux au cours d'une sortie. 3. Film « les oiseaux l'hiver ». 4. Film « l'hirondelle des cheminées » passé sans commentaires en trois séquences accompagnées du dialogue maître-élèves. 5. Des diapositives en couleur ont été projetées pour compléter ce qu'on ne voyait pas dans le film. Difficultés à propos du film (l'hirondelle...) — Difficulté de compréhension d'un gros plan sur le nid et les œufs. Bien qu'on leur ait montré un vrai nid et de vrais œufs, les élèves ont persisté à croire que le nid et les œufs qu'on voyait sur l'écran étaient beaucoup plus grands. — Lorsque la femelle hirondelle prend dans son bec les excréments d'un jeune les enfants ont dit : « le petit pond un œuf ».	Etapes 1. Nourrissage d'oiseaux. 2. Observation de ces oiseaux. 3. Observation d'un nid vide entraînant les mêmes questions qu'au C.P. 4. Film « l'hirondelle des cheminées » projeté en trois séquences. Difficultés rencontrées à propos du film — Ici encore, le gros plan sur le nid a gêné les enfants. La maîtresse leur a alors donné des loupes et les élèves ont découvert que des appareils permettaient de voir les objets plus « grands ». Elles ont alors émis l'idée que l'appareil qui avait filmé le nid pouvait aussi « grandir » les objets, mais aussi qu'il fallait être près du nid puisque sur d'autres images le nid était petit comme celui qu'on avait dans la classe. — La rapidité de la croissance des hirondelles pour atteindre la taille de leurs parents en si peu de temps les a surprises, de même que le départ des petits quittant leurs parents dans la dernière partie du film. Les enfants n'ont pas réalisé la vraie durée du phénomène.	Etapes Même ordre sensiblement que dans les autres niveaux. Difficultés Peu de difficultés d'identification. Le gros plan n'offre plus de difficultés. Par contre les élèves avaient cru voir les hirondelles plonger dans l'étang. Il a fallu repasser la scène plusieurs fois pour qu'elles se rendent compte qu'il ne s'agissait que d'un survol. Interprétations Le niveau de signification est nettement plus élaboré : — Le nid n'est plus vu comme une habitation mais comme un berceau. En outre une extension se produit sur les œufs, « rôle du mâle dans l'origine du poussin, l'évolution de l'œuf jusqu'au poussin ». — L'idée de la grande quantité de nourriture nécessaire à la vie d'une hirondelle est exprimée. — On obtient une extension aux autres oiseaux. Prolongements Apport par les enfants de nids, d'œufs de poule, de cane, de documents.

C.P.	C.E. 1	C.E. 2
— Les enfants ont été très étonnés que les hirondelles ne mangent que des insectes. Prolongements Recherche de livres sur les oiseaux. Acquis Simple sensibilisation à la vie d'un oiseau : les œufs, l'éclosion, la croissance, la nutrition.	Acquis La généralité et la nécessité de la nutrition pour la croissance et la vie ont été dégagées du film. Par contre les aspects de la reproduction montrés dans le film sont interprétés dans une vision anthropomorphique : « Réflexion sur le rôle du mâle participant au travail de construction du nid et comparaison avec les pères qui n'aident pas toujours les mamans ». « Le mâle couvait les œufs pour les protéger pendant que la femelle se reposait ».	

Dans l'exemple cité, la compréhension est orientée par le mode d'insertion du document et la forme du débat qui suit le visionnement.

a) Mode d'insertion. La pauvreté de l'expérience du jeune enfant le conduit à de multiples contre sens : « le petit pond un œuf », le gros plan du nid trompe les élèves. D'autre part si le document répond à un problème posé par la classe, l'enfant comprend mieux son caractère construit ou plutôt pourra le saisir plus facilement à l'issue du débat ; l'étonnement des enfants du C.E. 1 à la vue des jeunes qui quittent le nid à la fin du film, la question des élèves du C.E. 2 « les hirondelles ne font que ça » montrent que des enfants ne réalisent pas que le film résulte d'un montage qui répond à une intention, lorsque le document audiovisuel fait l'objet d'une analyse précise par opposition au document de sensibilisation qui constitue un point de départ — il est souhaitable à l'école élémentaire de débiter par une approche globale et directe de la situation ; l'enfant disposera de repères qui pourront être exploités au cours de l'entretien.

b) Le débat. Passer immédiatement à l'exploitation après une émission — surtout sous la

forme d'un compte rendu écrit — conduit trop souvent le maître à imposer les schémas culturels et intellectuels des adultes sans donner par ailleurs une éducation audio-visuelle. Un débat très informel qui risque parfois de prendre un tour inattendu permet au contraire de dépister les obstacles qui bloquent la compréhension du message, de dégager les interprétations possibles et de choisir celle qui répond au problème — en sciences la découverte d'une relation objective — alors que d'autres pourraient y voir une création poétique.

L'inattention constitue une première source de difficultés trop souvent ignorée des adultes qui ne peuvent pas communiquer dans de nombreux cas simplement parce qu'ils ont suivi l'émission de façon trop superficielle. Le film permet de repasser la séquence discutée, ici l'apparente plongée des hirondelles dans l'étang. Par contre le retour en arrière est impossible dans une émission ouverte de télévision ; d'autres sources d'informations seront nécessaires pour aboutir à une donnée objective commune à toute la classe.

Le degré de participation élevé de l'enfant devant un film en couleurs ou une émission de télévision provoque des fixations affectives

qui entraînent des interprétations très subjectives : l'enfant retrouve sa propre situation familiale dans le nid ; le passage par le langage, l'effort de communication permet d'arriver à des données objectives, communes à la classe qui serviront ensuite de point de départ à une analyse.

La recherche de la signification et l'étude critique des images s'accompagnent nécessairement de la découverte des procédés de fabrication surtout si les enfants peuvent se livrer parallèlement à des activités de production. La compréhension du montage, l'interprétation de l'accélééré et du ralenti, la découverte de l'angle de prise de vue offrent des difficultés sérieuses au jeune enfant mais de nombreux rapports signalent un taux important de réussite lorsque ce travail s'intègre dans une activité scientifique. Prenons l'exemple de l'accélééré ou du ralenti ; les enfants ont l'habitude d'observer des ralentis à la télévision mais ils transfèrent assez peu cette expérience en dehors de son support concret, la compétition sportive.

c) En sciences la prise de conscience du caractère du document est un préalable important à son interprétation correcte. L'image donne l'illusion de la perception immédiate alors qu'elle exprime en fait une interprétation qui s'impose plus ou moins à l'observateur. L'audio-visuel peut véhiculer et fixer des représentations anthropomorphiques en particulier par le commentaire de certaines émissions de télévision. Inversement l'image par son cadrage, la prise de vue, le changement de plan, la surimposition permet souvent de découvrir une relation qui échappe à l'observation directe. En facilitant l'isolement du système où s'effectue la transformation, en dégagant le point de vue de l'observation investigatrice, elle contribue à former l'esprit scientifique mais à une condition : il faut que l'enfant prenne conscience des procédés qui l'ont guidé dans sa découverte.

5.3.3. L'exploitation du document audio-visuel

a) La rédaction d'un compte rendu est difficile car la langue écrite implique une pensée li-

néaire qui correspond rarement à l'organisation du document audio-visuel. Au niveau de l'école élémentaire la trace établie par les enfants représente habituellement la réponse à quelques questions dégagées au cours du débat.

b) Certains documents audio-visuels permettent de réaliser une observation, de procéder à des mesures, de raisonner sur une expérience comme les documents de première main. C'est le cas des photographies et des diapositives dont l'analyse se fait comme celle des documents de première main lorsque deux préalables auront été réalisées : compréhension des problèmes posés par le changement d'échelles, la projection, l'ordre chronologique des images, explicitation des diverses significations possibles avant de choisir le point de vue scientifique. Le film court de 8 mm beaucoup moins employé à l'école élémentaire se prête aussi à des études multiples. Le film « locomotion du Cheval » peut conduire la définition des différents modes de locomotion et à la recherche d'un codage pour les traduire, à la mesure de la longueur du pas ou de la vitesse de l'animal en se servant des repères précis donnés par le film.

c) Le film de 16 mm et la télévision apportent des données plus élaborées et tendent à devenir le support d'une information. Les anciens films, certaines émissions de télévision présentent un caractère très didactique par l'insistance de l'image et la forme du commentaire ; d'autres documents sont ouverts et permettent une recherche collective. Dès la fin de l'école élémentaire les enfants commencent à être sensibles au style de l'émission et signalent en partie le décalage entre la signification de l'image et les affirmations du commentaire. Cette attitude critique ne conduit pas seulement à la maîtrise de l'audio-visuel mais développe un aspect important de la pensée scientifique : savoir saisir le saut qui sépare l'interprétation d'une expérience ponctuelle et les conclusions générales que l'on prétend tirer de cette dernière.

III C12B

C.P. "Jouons avec des piles et des ampoules"

Dessins non imposés par lesquels les enfants ont voulu expliquer leurs montages



Un montage réalisé sans mettre de fil



Un fil enroulé autour d'un des bras de la pile et autour du culot de la lampe



Montage avec une pile ronde



170

Quelquefois, le dessin est faux... C'est le groupe voisin, invité à refaire le montage, qui aidera à faire la rectification

C. INTEGRATION ET APPLICATION DE L'ACQUIS

1. BILAN DE L'EXERCICE ET REALISATION DES TRACES

1.1. Etablissement du bilan de l'exercice

Après un stade de recherche qui comporte des activités divergentes plus ou moins individualisées il est utile d'organiser un entretien au niveau de la classe — ou éventuellement du groupe de travail — pour réaliser la synthèse ; sans ce débat la production des traces risque de se dégrader en un simple exercice de fabrication sans que l'enfant soit appelé à construire un savoir ; ou bien les conclusions lui sont imposées par le maître sous forme de résumé. L'entretien final a des fonctions multiples.

1.1.1. Passage de l'expérience concrète à la formulation abstraite. Pour l'adulte l'exercice apparaît comme le support permettant la mise en évidence d'un principe connu à l'avance ; cette perspective masque un fait essentiel : il y a souvent un hiatus énorme entre les conclusions tirées directement de l'expérience et l'interprétation proposée. L'enfant a vu simplement l'allongement d'une tige de métal sous l'effet du chauffage ; une discussion est nécessaire pour lier la variation d'une longueur à la variation de température, pour distinguer cet effet des autres effets des élévations de température. L'énoncé d'une relation, d'une loi... comporte une extrapolation nécessaire, une part d'affirmation ; le débat permet à la fois de légitimer cette généralisation et de montrer le caractère temporaire de l'acquis.

1.1.2. Synthèse d'acquisitions parcellaires. Même lorsque les groupes ont fait le même travail au cours d'une séance unique (cf. II D, Jaugeage d'une cuve opaque) leur confrontation permet une formulation plus précise des conclusions, une ouverture sur d'autres problèmes et une auto-évaluation. Mais le plus souvent une activité se déroule en plusieurs séances et les travaux des groupes divergent ; les enfants sont pris par leurs intérêts immédiats et perdent de vue le problème qui a déterminé leur

activité particulière : les exemples de thèmes (II) et d'exploitation de sorties (IV) montrent que le souci de synthèse qui est général chez les instituteurs participant à la recherche peut prendre des formes très variées.

1.1.3. Explicitation de la démarche et des objectifs atteints. Le point de départ des activités d'éveil apparaît souvent comme un jeu ; le tâtonnement, l'exploitation de l'imprévu, l'observation libre donnent une certaine apparence d'incohérence à la démarche. Or l'enfant qui pratique les méthodes nouvelles — aussi ses parents — se demande ce qu'il a appris ; il est indispensable de préciser en commun les objectifs atteints en particulier les objectifs méthodologiques si on veut éviter le retour en force de l'enseignement didactique. De plus un retour en arrière et un effort d'organisation sont nécessaires pour donner à la démarche une cohérence logique, peu apparente au moment de l'action ; même l'adulte cultivé ne résout pas un problème par une démarche linéaire et le compte rendu masque ses hésitations et ses essais ; or l'enfant souvent n'a même pas la possibilité de concevoir à l'avance la réalisation précise d'un projet ou d'une vérification expérimentale car le tâtonnement et la confrontation des points de vue, les questions du maître constituent la trame qui détermine le sens du cheminement. Le bouillonnement des propos est transformé en un dialogue intérieur ordonné à son tour sous forme de discours logique. Il nous semble que la prise de conscience d'une démarche réussie et éventuellement l'analyse des impasses peut jouer un rôle important dans la maîtrise progressive de la méthode expérimentale.

La construction de l'organigramme des opérations (par opposition à celui des concepts signalé ci-dessous en 2.1.) permet de formaliser la démarche suivie. Les exemples très simples déjà signalés (aimants II A, visite de la boulangerie IV C) suffisent pour faire apparaître la relation entre la démarche et l'acquis, pour situer l'apport de chaque groupe dans la recherche de la solution. En adoptant un cadre différent pour chaque type d'opé-

rations on peut mieux faire apparaître le cheminement de la pensée scientifique.

L'organigramme suivant résume un travail sur le Lombric au C.M. 1.

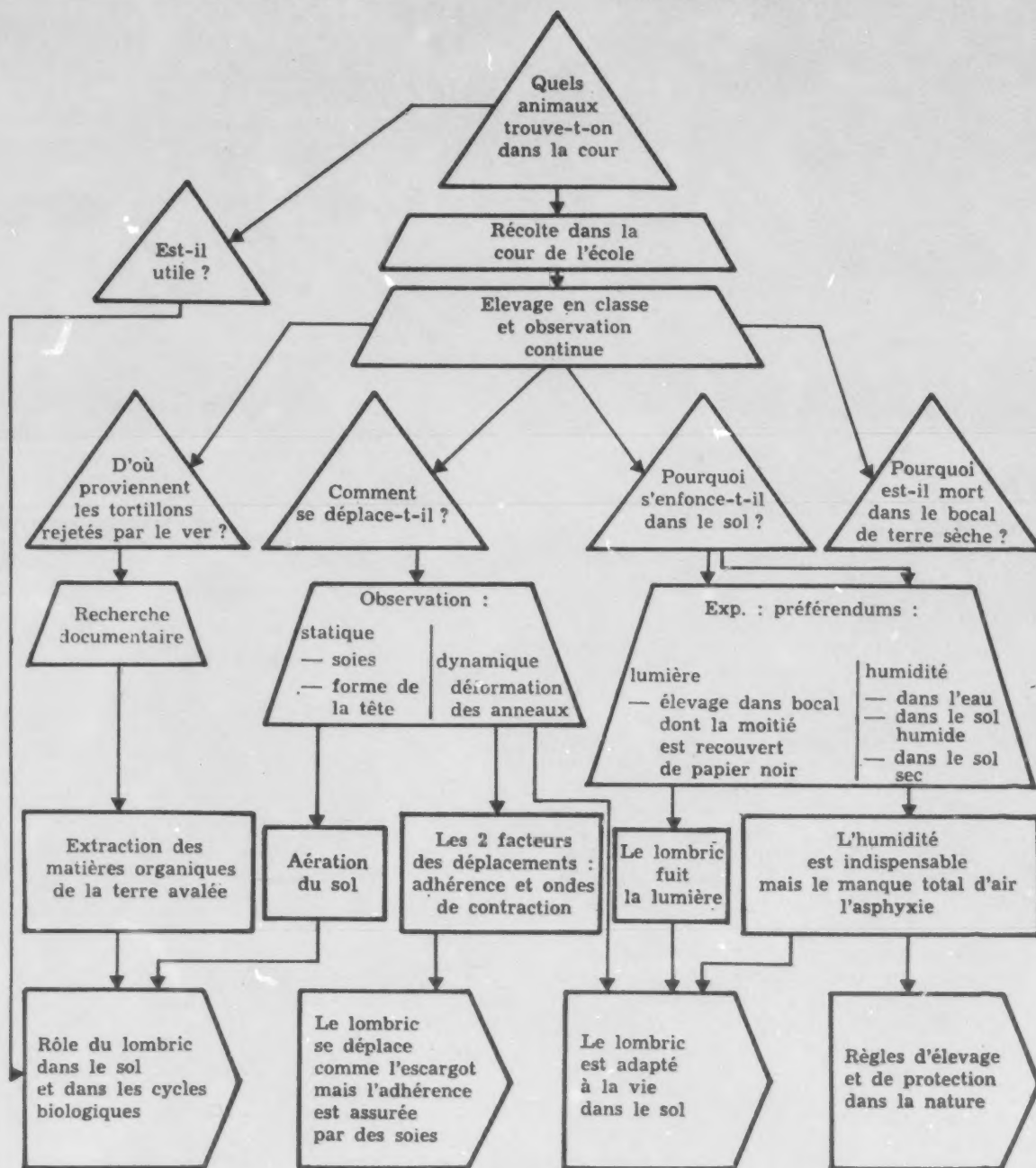
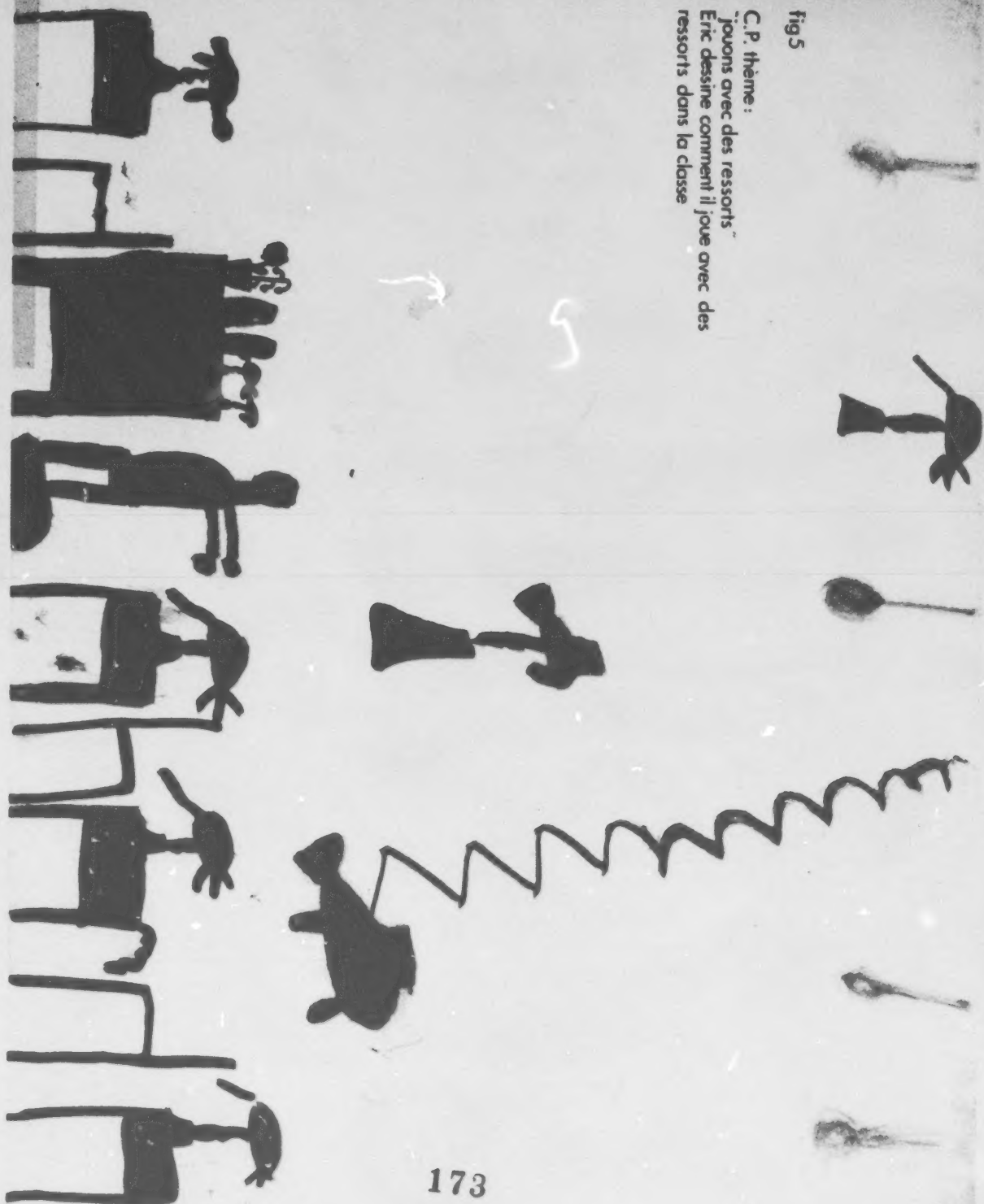


fig5

C.P. thème:
"Jouons avec des ressorts"
Eric dessine comment il joue avec des
ressorts dans la classe



1.2. Les traces matérielles

Est-il nécessaire, est-il souhaitable que les enfants produisent des traces matérielles ?

Si oui, quelles sont les fonctions de ces traces ?

Sous quelles formes peut-on les réaliser ?

Aucune décision n'avait été prise a priori par les équipes de recherche. Il ressort de tous les travaux que la production de traces matérielles a toujours paru aux instituteurs et aux responsables de l'équipe, une étape **IMPORTANTE** du travail des enfants, tantôt réalisée à titre individuel, tantôt sous forme collective.

1.2.1. Les traces individuelles

a) En quoi consistent-elles ?

C'est parfois un cahier, le plus souvent un classeur, plus pratique pour servir de fichier que l'on peut remanier, compléter, qui sensibilise l'enfant à la nécessité de l'ordre et du soin, qui l'habitue à classer des documents.

Ce fichier comporte les textes élaborés par les enfants, leurs dessins d'observation, leurs croquis d'expérience, leurs notes personnelles, leurs illustrations et les documents qu'ils ont réunis (cf. planche III C 1.2 et planche 5).

Ce fichier peut s'appeler classeur de documentation ou porter des titres correspondant aux principaux sujets traités, ainsi on évite d'utiliser le barbarisme que constitue l'expression « classeur d'éveil ».

Les textes qui seront gardés et consultés font l'objet de mises au point permettant d'aboutir à :

- une meilleure adéquation entre le référent, c'est-à-dire ici, le concept lui-même et la formulation verbale de ce concept ;
- l'exactitude orthographique, nécessaire ici pour éliminer toute ambiguïté éventuelle et donner au document un caractère acceptable par tous selon les normes actuellement en vigueur.

Il va sans dire que ces mises au point collectives ou individuelles se font dans un climat qui ne fait pas perdre aux enfants leur désir

de s'exprimer et leur enthousiasme, ce qui est trop souvent le cas des « corrections » de type traditionnel.

Les traces individuelles peuvent aussi être constituées par des collections personnelles :

- coquillages,
- minéraux et pierres,
- fossiles,
- papillons.

Il peut être très intéressant de répondre à la passion de collection de l'enfant et de lui fournir indications et moyens techniques pour préparer ses trésors à condition de bien préciser dans quelle mesure on peut préparer ces collections sans « massacrer » (ne naturaliser que des oiseaux trouvés morts, remettre en place les vieilles souches déplacées en forêt ou les rochers retournés au bord de la mer afin que tous les êtres qui vivent à l'obscurité et à l'humidité ne soient pas systématiquement détruits après le passage du chercheur de trésors) à condition donc de mener ce travail parallèlement avec l'éducation du respect de la nature.

b) Quelles sont les fonctions de ces productions individuelles ?

• Elles sont la condition de la mise au point, de la structuration des concepts, le support des notions de base et du vocabulaire scientifique.

• Elles permettent la mémorisation de quelques notions-clefs indispensables, de définitions précises construites et formulées par les enfants après leurs travaux. Des définitions simples, claires de phénomènes importants :

dissolution,
dilatation,
respiration,
reproduction,

peuvent être mémorisées, contrairement aux listes surchargées de vocabulaire que l'enfant n'a guère l'occasion de réutiliser (par exemple l'énumération des différentes parties de la grappe de raisin dans des régions où il n'y a pas de vignobles...). Le problème de la formulation des concepts fondamentaux dans les différents domaines sera étudié dans les publi-

cations spécialisées : écologie, éveil au monde physique et technologique...

- Elles facilitent les retours en arrière, les comparaisons, les synthèses et les bilans d'ensemble.
- Elles peuvent constituer une source de documentation ultérieure.
- Elles ne se substituent pas au livre.

Il n'est pas nécessaire qu'elles comportent de longs textes qu'on peut trouver dans des manuels ou des revues. La retranscription pure et simple de passages de livres non compris est un travail de compilation dont le maître montrera l'inutilité aux enfants. Par contre, des travaux de structuration bien compris font apparaître les idées directrices, les repères qui permettent d'utiliser la documentation et donnent des cadres pour le travail personnel ultérieur...

Enfin, le dossier documentaire de l'élève est un témoignage des activités de la classe, qui permet de mettre les familles au courant du travail des enfants. De grandes réticences viennent souvent des familles... Or une pédagogie n'est efficace que si elle convainc en même temps les parents. Il s'agit non seulement d'éviter le conflit entre l'école et son milieu et même ce « cordon sanitaire » qui isole l'école du monde qui l'entoure, mais au contraire d'associer les parents au travail de la pédagogie nouvelle, de leur montrer l'acquis d'une pédagogie d'éveil, et l'importance de l'aide qu'ils peuvent apporter par leur compréhension, leur participation...

1.2.2. Les traces collectives

(élaborées par toute la classe ou par des groupes)

a) En quoi peuvent-elles consister ?

- Très souvent, les enfants élaborent des journaux de bord, des albums de classe, qui sont « leurs » chefs-d'œuvre.
- Ils peuvent également organiser des affichages, voire des expositions que les autres classes viendront regarder et commenter.

- Ils peuvent aussi faire des enregistrements sur bande magnétique et des productions audiovisuelles permettant d'organiser des séances d'audition et de visionnement, des échanges avec les correspondants.

Les diapositives peuvent être réalisées par les enfants eux-mêmes, — photographies, — dessins au crayon feutre sur papier calque ou papier koda-trace que l'on place, une fois le dessin achevé dans le cadre de carton ou de matière plastique (*) — ou pellicules noircies des « photos ratées » que l'on gratte à la plume ou au vaccino-style (technique très utilisée pour les titres ou sous-titres).

— Des collections (coquillages, minéraux et pierres, fossiles, etc.).

— Des maquettes (polystyrène expansé, carton, etc.).

b) Les fonctions de ces traces collectives sont également très importantes :

Permettant la communication avec autrui, la participation à des réalisations d'albums, de documents affichés, de montages audio-visuels originaux, elles donnent à l'enfant la joie d'être auteur, la joie de produire une œuvre.

Ces traces matérielles produites par les enfants constituent des éléments de documentation parfois très intéressants, en particulier pour ce qui concerne le milieu local. Il ne s'agit pas de faire à tout prix des monographies « en série », de réunir de la documentation pour elle-même mais si le sujet est réellement bien choisi, les productions peuvent être utiles aux classes voisines, aux « promotions » suivantes. C'est d'ailleurs à partir de productions d'enfants que sont réalisées de nombreux fascicules de documentation à l'usage des classes : ex. : bibliothèque de travail, etc.

Le point de vue esthétique n'est pas négligeable dans ces productions mais il ne fait pas passer au second plan l'intérêt scientifique.

Les échanges scolaires sont une source irremplaçable de motivation. Sachant que leurs pro-

(*) Papier koda-trace et cadres de carton de plastique pour diapositives sont en vente dans les magasins de matériel photographique.

ductions vont être reçues, analysées, parfois critiquées par des enfants de leur âge — nos élèves se surpassent tout en travaillant dans la joie. Quand on analyse le rôle que jouaient les sociétés scientifiques aux XVII^e et XVIII^e siècles dans la confrontation des idées aboutissant à une science universelle, on constate que la correspondance scolaire peut jouer au niveau des enfants, le même rôle d'incitation à la recherche et de joie de la communication.

Et comme dans les autres travaux de groupe, le fait de participer à l'œuvre d'une équipe permet à l'enfant de se socialiser, d'apprendre à respecter le travail et le point de vue des autres...

2. INTEGRATION DE L'ACQUIS DANS LE CADRE DISCIPLINAIRE

Des activités ponctuelles suffisent pour développer une attitude scientifique et sensibiliser l'enfant à certains aspects de la méthode. Mais, sans organisation de l'acquis, l'enfant ne saurait ni accéder au plan de la pensée scientifique qui se définit par un réseau de relations modifié dans sa totalité par chaque expérience nouvelle, ni l'appliquer au vécu, c'est-à-dire s'appuyer sur un corps de connaissances pour s'étonner et se poser des questions, pour organiser une observation, orienter la recherche des hypothèses, rechercher une information bibliographique, comprendre une émission ou un texte de journal.

2.1. Etude d'un exemple (C.M.) « Approche du concept de cycle »

Un exercice classique de révision s'il est bien conduit peut conduire à la fois à un effort de synthèse et à une mise en relation avec le vécu des enfants.

a) Conditions

Le maître titulaire au retour d'un stage désireait faire le point d'une série de leçons sur l'eau : pro-

priétés des liquides, propriétés des solvants, différents états physiques, faites pendant son absence. Il a préparé aux élèves le montage représenté par le schéma ci-joint et qui est une adaptation d'une suggestion tirée du manuel de l'Unesco pour l'enseignement des sciences.

b) Techniques et méthodes utilisées

Les élèves ont été placés par groupes de travail. Il leur a été proposé un temps d'observation libre (environ 20 minutes).

L'élève-maître leur ayant simplement demandé de réfléchir à propos de « l'appareil présenté ».

A un moment donné les rapporteurs désignés au sein de chaque groupe sont allés *simultanément* noter au tableau les comptes rendus.

Chaque compte rendu a ensuite été relu, commenté, discuté par l'ensemble de la classe. Il est à noter que dans cette recherche de l'interprétation juste les élèves se sont constamment référés à la maquette pour infirmer ou confirmer les remarques des différents groupes. Le maître (F.P. 2) est toujours intervenu très discrètement dans le seul but d'organiser les débats.

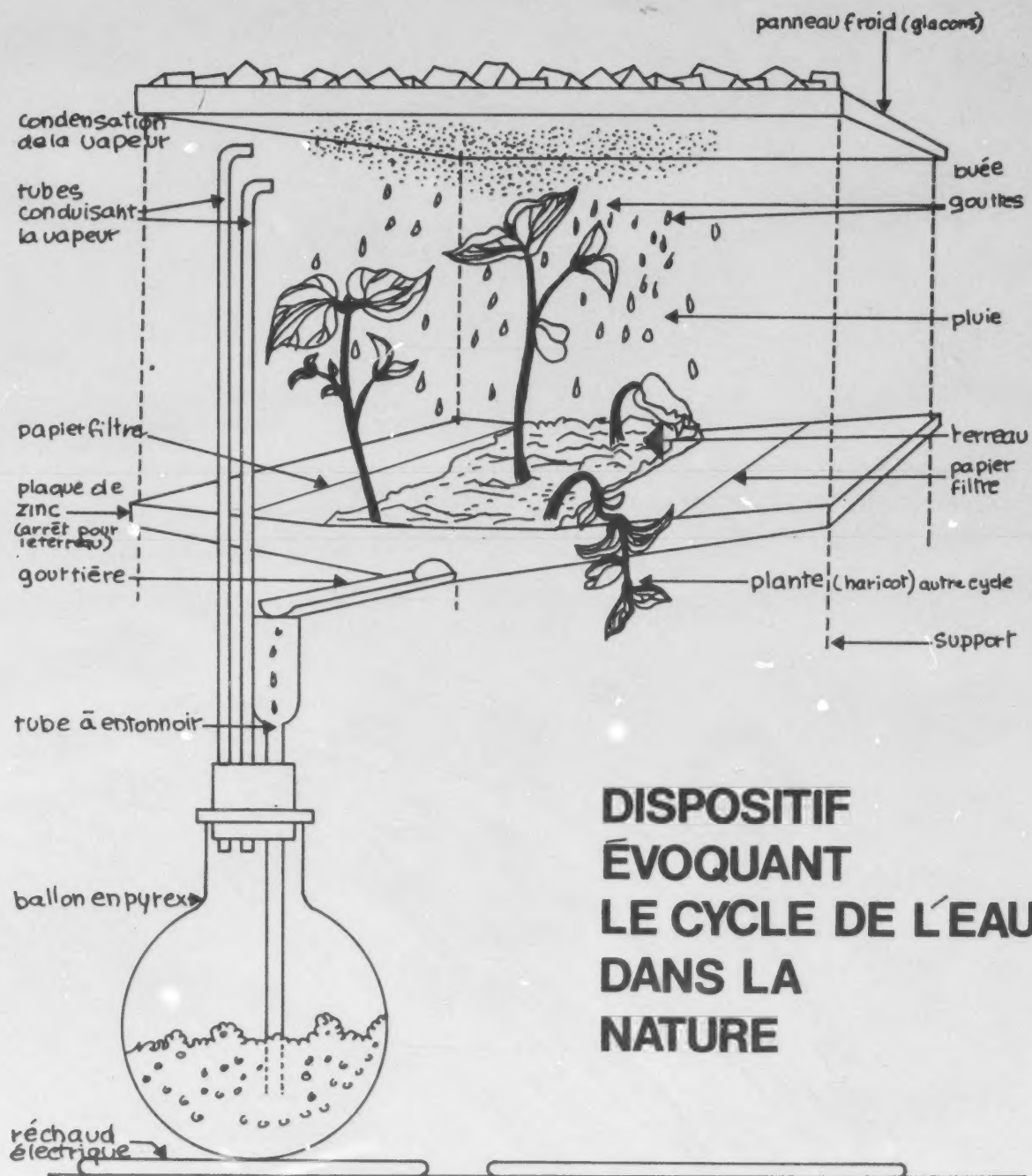
c) Le travail des élèves

Comme il a été indiqué précédemment ce travail apparaît surtout au niveau des comptes rendus des travaux de groupe. Voici donc ces comptes rendus absolument tels que les rapporteurs les ont notés au tableau.

Groupe 1 : L'eau en chauffant se transforme en vapeur et en refroidissant elle devient de la pluie.

Groupe 2 : Nous pensons que cet instrument est un arrosoir. On fait chauffer de l'eau qui se transforme en vapeur, qui monte dans des tuyaux et cette vapeur se retransforme en eau, refroidie par des glaçons et arrose les haricots. L'eau redescend dans le ballon.

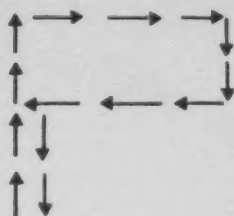
Groupe 3 : De l'eau chauffée dans un ballon, sort en buée et se transforme en gouttes, tombe sur les plantes par des conduites, retombe dans un réservoir et coule dans le ballon.



DISPOSITIF ÉVOQUANT LE CYCLE DE L'EAU DANS LA NATURE

Groupe 4 : L'eau bou(e), la vapeur monte par deux tuyaux qui passent sous trois ba(ques) de gla(sse). Les trois ba(ques) sont froids et avec la vapeur qui se pose dessus elle se transforme en gouttes d'eau qui retombent sur les fleurs.

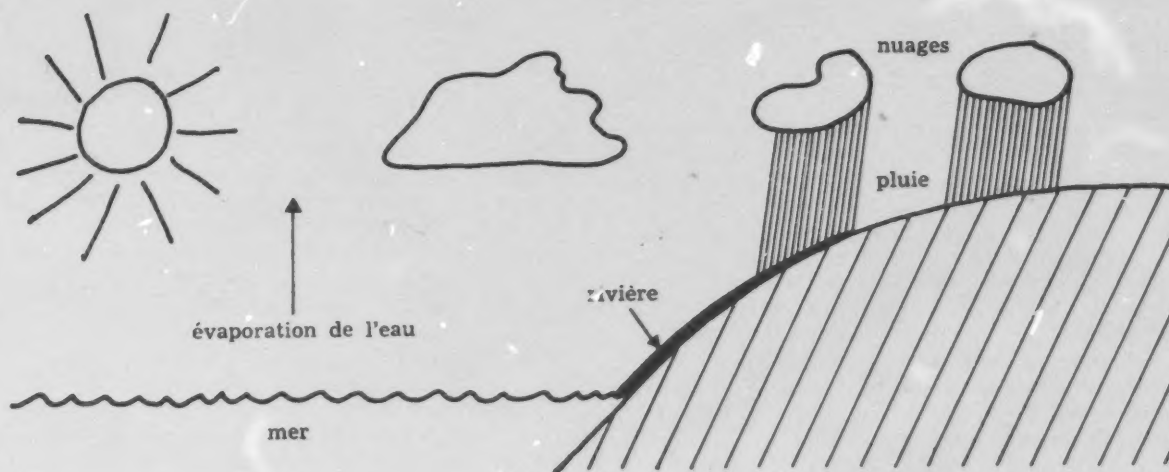
Ça sert à arroser les fleurs.



Le schéma ci-contre accompagnait le texte.

Groupe 5 : D'un ballon qu'on fait chauffer rempli d'eau de la vapeur monte dans un tuyau qui débouche au-dessous des glaçons qui retransforment la vapeur en gouttelettes.

L'eau tombe dans l'eau des fleurs et les arrose et s'écoule par une petite gouttière. L'eau retombe



Les commentaires des 5 premiers groupes sont corrects ; le 6^e ne voit dans la maquette qu'un support pour réciter des connaissances ; le 7^e substitue la recherche d'une analogie vague à l'analyse scientifique.

dans le ballon puis se retransforme en vapeur. Cela nous fait penser à la pluie, à un circuit fermé.

Exemple : la mer et les nuages.

Groupe 6 : Le circuit de l'eau.

L'eau froide et l'eau chaude se mélangent en vapeur d'eau.

Cela nous fait penser à une serre, la condensation de l'eau.

Les vapeurs d'eau se transforment en nuages en eau et tombent sur la terre, elle s'infiltre et arrive aux rivières souterraines.

Groupe 7 : Evaporation de l'eau.

Cela nous fait penser à l'évaporation de l'eau. A la mer l'eau s'évapore et devient un nuage à la chaleur, il redevient en pluie au contact du froid et ce que nous voyons fait le même déroulement et garde la même quantité d'eau.

A la fin des différents débats le cycle de l'eau — au niveau de la maquette et dans la nature — a été correctement présenté par l'ensemble de la classe et schématisé de la façon suivante :

d) Commentaire

Cet exercice dépasse le plan du simple contrôle des connaissances il permet la structuration des connaissances et leur application au vécu.

— Structuration. Le savoir scientifique s'organise progressivement autour d'un petit nombre de concepts de base, ici le concept de cycle qui concerne à la fois la physique et la biologie. Il a été matérialisé par « une promenade circulaire », la notion de circuit représenté spontanément par des flèches sur de nombreux schémas ; le bilan final conduit à substituer une succession régulière d'états (cycle) à la circulation d'une même particule de matière. L'analyse précise du cycle a seulement été ébauchée dans le schéma final.

— Application au vécu. La pensée de l'élève a dû s'appliquer à une situation concrète — la maquette — pour comprendre à partir d'un corpus de connaissances. Certains aspects ont été à peine signalés en particulier le rôle des glaçons ; les élèves se sont appuyés uniquement sur le contenu des dernières leçons de science. Le fait est dû probablement au caractère dogmatique de ces leçons ; leur efficacité immédiate masque une déficience importante : l'esprit humain est enfermé dans des cadres de pensée dont il ne peut plus se dégager.

2.2. Structuration des concepts

La pédagogie des sciences insiste beaucoup sur la modélisation mais ne fait pas apparaître l'importance de la structuration, c'est-à-dire de la mise en évidence des relations qui permettent d'organiser les concepts en un réseau cohérent. Or les connaissances non intégrées à ce réseau sont inopérantes ; elles seront perdues comme les fils d'un tapis. Des notions-clés comme celles de vie, de cycle... se construisent pas à pas à partir d'un premier niveau de relations. Enfin la création scientifique naît surtout de la mise en relations de domaines séparés — il suffit de songer aux origines de la biologie moléculaire. Il ne s'agit pas d'imposer une organisation, en particulier l'ordre linéaire du manuel qui privilégie arbitrairement certains cheminement du réseau, mais de promouvoir un effort actif et personnel de structuration.

L'enfant se livre spontanément à des exercices de rapprochement et de construction lorsqu'il n'est pas bloqué par une image autoritaire du système scolaire, par le souci de répéter ce qu'il a appris. Exemple (C.E. 1) : *Les enfants peu après la visite d'un établissement de pisciculture racontent leurs observations sur la fécondation de la truite à l'inspecteur de passage dans la classe. Un jeune*

garçon interrompt le récit pour dire « mais c'est pareil pour le hamster de la classe ; le papa a mis directement la laitance dans le ventre de la maman » (l'observation continue de l'élevage de hamster n'avait pas donné lieu à une analyse de la fécondation). Le rapprochement spontané de deux formes de reproduction conduit à une définition plus précise de la fécondation (contact entre un ovule et la laitance) à condition d'apporter une information qui ne peut pas être vérifiée directement à l'école élémentaire : les femelles des vivipares forment aussi des ovules.

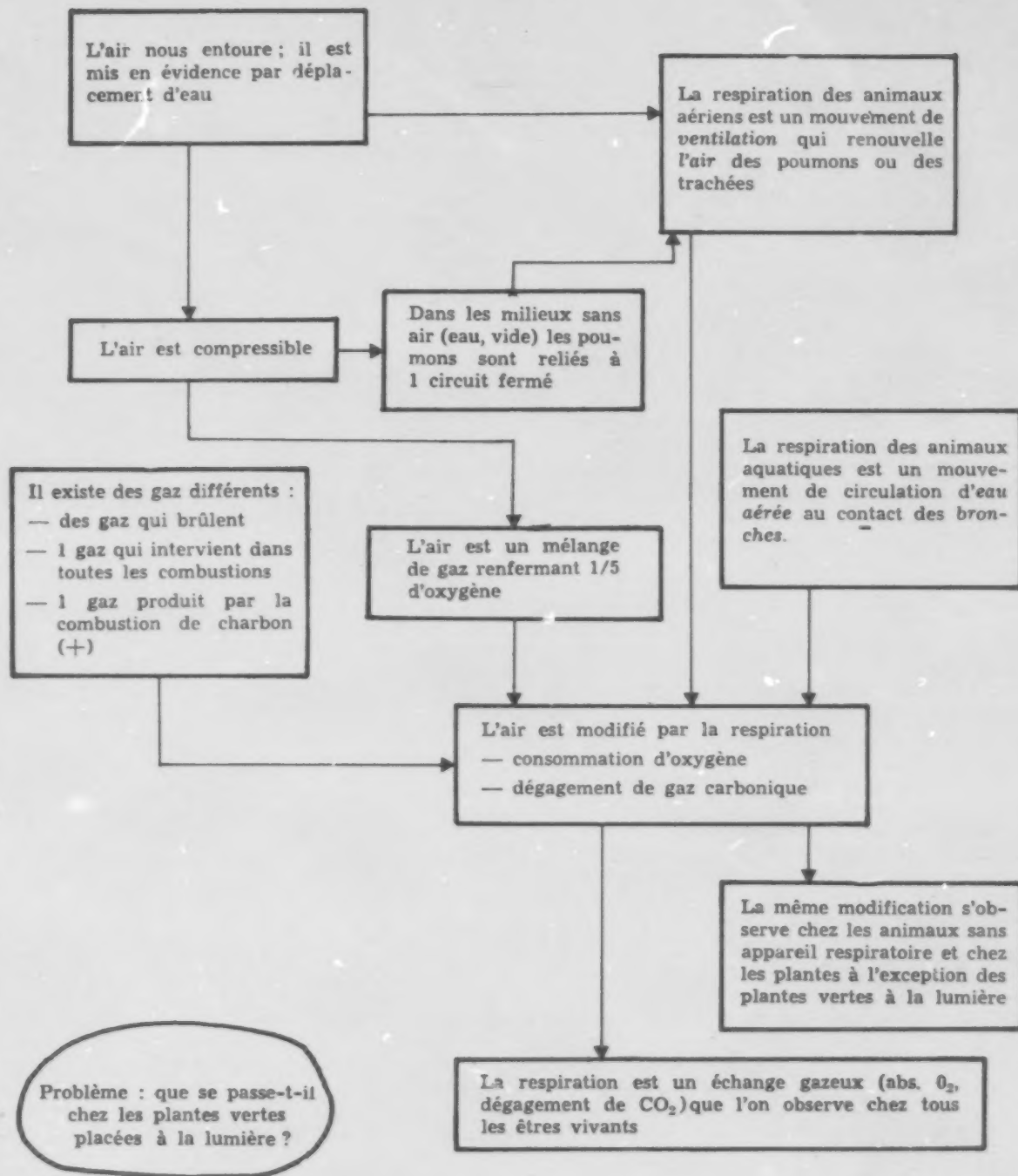
Le réseau des concepts ne peut cependant pas être construit de façon arbitraire. Il existe des relations nécessaires entre notions qui ne sont pas toujours apparentes dans la présentation linéaire des manuels. L'organigramme des opérations permet de les matérialiser ; ci-joint un organigramme relatif à la respiration qui n'est pas nécessairement réalisé en entier à l'école élémentaire (p. 155).

Chaque concept a exigé une synthèse préalable ; la formulation des concepts a été faite sous forme de phrases pour expliciter les relations que l'on cherche à lier.

2.3. Application au vécu

L'institution scolaire tend à faire apparaître le savoir comme une production verbale, ce qui dénature profondément la connaissance scientifique ; cette dernière tire sa validité de son pouvoir de transformer l'action de l'homme bien qu'elle résulte d'une démarche désintéressée ayant exigé une rupture avec les préoccupations utilitaires. D'autre part les cadres scientifiques représentent le point d'application de la pensée rationnelle à l'expérience, qu'il s'agisse des méthodes (observation structurée, séparation des variables indépendantes) ou des concepts de base ; sans leur appui l'élève dépasse difficilement le niveau des représentations égocentriques et reste englué dans le concret ; l'application à des situations vécues n'assure pas un simple renforcement de l'acquis mais peut contribuer à la maturation de l'enfant.

C'est l'observation des comportements spontanés qui permet le mieux de saisir l'évolution de la pensée de l'enfant et le caractère opératoire du savoir acquis ; s'étonne-t-il de ne pas trouver de pistil au centre d'une fleur mâle de courge ? Comment



relate-t-il l'émission entendue sur la vie des dauphins ? Cherche-t-il à lire la carte lorsqu'il sort en voiture avec ses parents ? Place-t-il une bouteille fermée au congélateur ? Un certain nombre d'exemples ont déjà été signalés dans les chapitres antérieurs. Les sorties permettent l'application au vécu de façon plus systématique ; un exemple caractéristique est étudié en IV B. Une fois de plus il apparaît combien il est important pour le maître d'être à l'écoute des enfants.

3. DECLOISONNEMENT DISCIPLINAIRE

Il constitue l'un des objectifs fondamentaux de la rénovation pédagogique de l'école élémentaire et les instructions relatives au tiers temps pédagogique ont fixé le cadre institutionnel qui le rend possible. Mais sa réalisation effective dans le cadre d'une formation authentique implique une recherche pédagogique de longue haleine : non seulement le problème de l'interdisciplinarité n'est pas résolu pour la formation des adultes mais il pose des problèmes supplémentaires au niveau de l'école élémentaire.

Nous rappelons les hypothèses de recherche relatives à ce problème :

— Les disciplines ne sont pas données a priori et déterminées uniquement par un domaine matériel de savoir mais construites à partir de l'effort même pour connaître, effort qui impose une série de règles méthodologiques et dont l'efficacité se traduit par une structure de concepts. Les disciplines ont une histoire ; une culture vivante développe simultanément la spécification progressive des disciplines et leur articulation réciproque.

— La résolution d'un problème de vie ne consiste pas à appliquer un principe disciplinaire mais à démêler un ensemble de facteurs ou de problèmes relevant de disciplines différentes, parfois inconnues du sujet ; il ne suffit pas de savoir reconnaître la composante disciplinaire majeure d'un problème (faire des opérations de codage et de décodage) mais il faut aussi apprendre à cerner les aspects qui échappent à cette analyse, donc travailler sur des cas concrets et non des artéfacts pédagogiques.

— Les disciplines se spécifient progressivement à l'école élémentaire par détermination réciproque ; leur niveau de formation et leur articulation dépendent du stade de développement de l'enfant. Celui-ci réorganise les acquisitions ponctuelles qui sont le produit normal de toute activité valable. Nous nous proposons de montrer que la prise de conscience de la composante scientifique d'un exercice facilite la maîtrise des disciplines instrumentales et l'éducation générale de l'enfant.

3.1. Français et activités d'éveil scientifiques

3.1.1. La démarche scientifique associe étroitement l'action souvent individualisée et la communication. Cette dernière intervient constamment à toutes les étapes de la recherche pour assurer 2 fonctions essentielles :

— Faciliter le passage de l'action à la pensée, pour intérioriser les opérations et saisir les relations ; cet aspect est particulièrement important pour le jeune enfant.

— Permettre le passage à l'objectivité ; rappelons que la découverte scientifique est repérée par la date de communication et que l'universalité de la vérité scientifique résulte de la confrontation des points de vue.

La langue maternelle constitue le principal support de la communication en sciences bien que les autres langages ou codes jouent aussi un rôle important.

Les activités scientifiques interviennent d'abord par leur fonction d'éveil, c'est-à-dire d'une façon non spécifique : tous les rapports signalent des déblocages spectaculaires de certains élèves lorsqu'ils ont la possibilité d'élever des animaux (cas d'un élève du C.M. passionné par l'élevage d'un rat) ou de communiquer à l'occasion de jeux sur les aimants, les ressorts ou la lampe torche (cas du C.P.).

Mais cet effet s'estompe très vite si les activités scientifiques sont considérées comme un simple support motivant pour les activités de langue ; c'est en poursuivant leurs objectifs propres de façon rigoureuse que les premières font apparaître le besoin de compétences précises tant sur le plan de la langue parlée que de la langue écrite et qu'elles motivent et

orientent les apprentissages. Les activités de langue spécifiques et non pas seulement incidentes occupent environ 50 % du temps consacré aux exercices scientifiques, sans préjuger des prolongements que le maître peut leur donner par ailleurs (contes, poèmes, etc.).

3.1.2. Langue parlée. Les activités scientifiques s'appuient sur des communications entre enfants, entre les enfants et le maître, entre les enfants et les adultes extérieurs à l'école (y compris ceux qui interviennent à la radio et à la télévision). Ces échanges se situent à des niveaux de langage différents dont certains sont mal compris de l'enfant. Le passage d'un vécu exprimé de façon subjective et confuse à la formulation objective et précise de relations suppose l'accès à un niveau de langage déterminé. Le rôle du maître est de faire trouver au cours des débats ce que les enfants peuvent trouver eux-mêmes et d'apporter les instruments qui leur manquent lorsque le besoin s'en fait sentir : les apprentissages sont justifiés par un besoin explicite de compétence et appliqués en situation fonctionnelle. Les enfants entrent très vite dans le jeu : au lieu de se disputer, ils cherchent la formulation qui permet de se comprendre. Exemple (16.7.a) : les enfants du C.P. préparent une bande magnétique (pour leurs correspondants) qui décrit les montages réalisés avec une pile et une lampe « tu dis que ça marche..., la pile n'a pas de jambes..., il faut dire la lampe s'allume... ». Nous nous limiterons au vocabulaire et aux formes grammaticales.

En séparant l'exercice de vocabulaire de l'action, on risque de transformer le premier en une accumulation de termes descriptifs et pseudo-concrets ; on tend à engluier la pensée de l'enfant sur la fixation de l'impression première qu'il doit dépasser ; l'enseignement scientifique dogmatique ne fait que prolonger cette tendance. Les activités scientifiques impliquent que l'on définisse l'action par des verbes précis — dissoudre ou fondre, diluer, attirer ou adhérer par exemple — que l'on distingue les propriétés par des noms ou des objectifs spécifiques — lourd ou dense — ; même des termes en apparence concrets sont mal connus — humidité est confondue avec fraîcheur —. Du fait que l'enfant est amené à tra-

duire lui-même des situations précises on découvre qu'il ignore un nombre considérable de mots qui semblent faire partie de la langue courante parce qu'il répète des stéréotypes.

La maîtrise des formes grammaticales (emploi correcte des temps, modes, etc.) est exigée pour préciser le repérage spatial et temporel indispensable à tout énoncé scientifique, pour distinguer la cause de l'intention ou de la coïncidence. L'enfant est amené à substituer des phrases de plus en plus élaborées aux simples propositions agglutinées pour répondre aux exigences propres de la communication scientifique.

3.1.3. Langue écrite. Toute recherche scientifique s'appuie sur un acquis consigné dans des documents et débouche sur des conclusions qui ne sont valables que si elles sont reprises par des travaux effectués ailleurs ou plus tard ; la transmission correcte du message implique un niveau de langage particulier, celui de la communication scientifique. Dès l'école élémentaire, la langue écrite constitue un support indispensable à la démarche scientifique :

a) L'importance des études de documents a déjà été signalée (p. 139) ; elle ne se limite pas à l'exploitation d'une information mais débouche souvent sur un exercice de contraction, de transposition (changement de niveau de langage) ou de synthèse et de critique pour permettre l'exploitation d'un travail individuel par l'ensemble de la classe. Un effort préalable de compréhension est nécessaire ; il suppose que l'enfant puisse reconnaître le niveau de langage du texte utilisé.

b) Les activités de production ne sont pas de simples prétextes mais leur forme et leur contenu sont commandés par la démarche elle-même. Pour pouvoir exploiter les notes au cours d'une observation continue, refaire une expérience décrite par un correspondant, exploiter un dossier documentaire à l'occasion de la préparation d'une sortie, il faut appliquer les contraintes de la communication scientifique. L'expression spontanée de l'enfant ne répond pas souvent à de telles exigences et c'est le travail collectif qui permet d'accéder peu à peu au niveau de langage scientifique.

Le résumé imposé par le maître, pratiqué trop souvent malgré les incitations déjà anciennes des instructions, ne conduit pas à une véritable formation.

3.2. Mathématiques et activités d'éveil scientifiques

3.2.1. Une conception simpliste de la pensée scientifique a masqué pendant longtemps l'imbrication profonde des deux disciplines au stade des opérations concrètes.

a) L'outil mathématique n'intervient pas seulement au niveau de la science formalisée — permettre par exemple de faire les problèmes du Baccalauréat — mais son application est déjà nécessaire à la construction des premiers concepts ; le passage progressif à l'espace projectif puis à l'espace euclidien conduit à un repérage de plus en plus précis des données de l'expérience. Les opérations numériques interviennent constamment pour transformer les données brutes en général inexploitable ; l'enfant est amené à discerner les opérations (soustraction, multiplication) relatives à une situation concrète, à effectuer un calcul exact — car toute erreur est sanctionnée par l'échec de la démarche — sous forme de calcul mental, ou écrit, suivant la nature des données, à organiser méthodiquement une série de calculs comportant des aspects répétitifs, en s'appuyant le cas échéant sur des tables. La notion de proportionnalité se dégage progressivement en situation concrète par l'emploi des opérateurs. Dans ce contexte les activités biologiques sont aussi riches d'applications mathématiques que les activités physiques.

b) Inversement les activités de classement, de mesure, de codage, la construction des notions de géométrie, ne peuvent être envisagées du seul point de vue mathématique. Ce dernier définit un certain nombre de règles générales nécessaires à leur exécution correcte en se plaçant du point de vue de l'esprit du sujet ; mais le monde des objets a lui aussi ses exigences : que signifie une mesure si la grandeur n'est pas définie en termes d'expérience ou si l'opération la modifie ? Bien plus : la résistance des objets, par exemple la difficulté de faire coïn-

cider l'aiguille de la balance avec une division du cadran, conduit à un élargissement de la notion mathématique.

3.2.2. Rapports entre l'enseignement des mathématiques et les activités d'éveil. Le cloisonnement disciplinaire engendre l'infantilisme de l'esprit scientifique et l'incapacité d'appliquer l'outil mathématique à une situation concrète. Mais la formation mathématique comporte des contraintes ; elle semble imposer un ordre plus ou moins linéaire des acquisitions. La conciliation des deux exigences opposées est difficile ; les solutions extrêmes présentent des inconvénients.

a) La progression mathématique se décompose en unités construites à l'avance, point de départ compris ; de plus ce dernier est constitué par des situations aussi simples que possible

— les paramètres sont limités, les attributs définis sans ambiguïté — de façon à amener l'élève le plus vite possible à la découverte du résultat escompté ; les jeux mathématiques, et le matériel spécialisé jouent un grand rôle. Dans ce cadre, les activités d'éveil sont l'occasion d'activités de transfert occasionnelles sans rapport direct avec la progression. Cette attitude pose deux problèmes :

— peut-on escompter indéfiniment une motivation effective si on part de situations amusantes certes mais qui se situent en dehors du vécu et des intérêts immédiats des enfants ?

— l'aspect fonctionnel des mathématiques apparaît-il suffisamment ?, les scientifiques sont frappés par la difficulté éprouvée par les élèves, même doués, à appliquer leurs connaissances mathématiques même récentes à une situation expérimentale ; les élèves cherchent à retrouver les stéréotypes du cours et non à appliquer des cadres mathématiques à une situation nouvelle.

b) La progression mathématique s'appuie de façon effective sur les activités d'éveil, mais ces dernières présentent plus ou moins un caractère occasionnel et la résolution d'un problème donné fait appel à des compétences précises : le caractère linéaire de la progression est mis en question et beaucoup de maîtres ne

pensent pas pouvoir le rétablir par la méthode des bilans.

Quelle que soit la position adoptée, il est possible de respecter les principes suivants :

— exploiter la diversité des situations mathématisables offerte par les activités d'éveil à la fois comme source de motivation et pour détacher l'esprit de l'enfant des supports concrets qui ont amené la 1^{re} construction du concept, de façon à supprimer les adhérences qui sclérosent l'esprit mathématique,

— situer la formation mathématique dans une perspective fonctionnelle ; son application transforme notre vie ; en particulier elle nous permet d'exprimer, de communiquer avec précision et d'exploiter efficacement les données de l'expérience, mais d'autre part il importe de découvrir les difficultés que présente l'application des mathématiques au réel.

3.3. Milieu et activités d'éveil

3.3.1. Notion de milieu. Ce dernier est défini par l'ensemble des liens sociaux, biologiques, physiques qui déterminent l'expérience de l'enfant, ses motivations, ses possibilités d'action. Le milieu psychologique de vie de l'enfant ne doit pas être confondu avec un milieu géographique ou écologique se rapportant à un territoire défini d'où l'homme peut être absent.

Pendant longtemps le milieu était constitué par une série de zones concentriques : le système de relations de chaque homme était pratiquement déterminé à la naissance. Actuellement notre milieu de vie est un milieu en étoile : des événements lointains peuvent avoir un retentissement considérable (fermeture du canal de Suez) plus frappant même que des événements proches (goudronnage de chemin). La situation des media est ambiguë ; ils font partie de notre milieu dans la mesure où ils déterminent un mode de vie (substitution de la position assise au jeu par exemple) ; ils sont étrangers au milieu dans la mesure où ils apportent des informations qui n'ont aucun impact réel sur notre vie (le mariage d'une princesse) et où ils sont responsables d'une alié-

nation, de la création de stéréotypes et de mythes.

Actuellement le milieu évolue rapidement et ne peut être appréhendé de façon statique ; d'autre part du fait du déracinement des familles de milieu urbain il est souvent difficile de connaître le milieu de vie d'un enfant : la maison des grands-parents, le pays lointain pour certains enfants d'immigrés peut avoir plus d'impact que le milieu H.L.M. où il passe la plus grande partie de sa vie.

Ainsi la notion du milieu est ambiguë : à côté du milieu immédiat relevant d'une expérience sensori-motrice directe et appréhendé de façon globale, l'enfant subit de nombreuses actions qui marquent sa sensibilité et son imagination et présentent des degrés divers d'objectivité.

3.3.2. Finalités de l'étude du milieu. L'étude du milieu doit permettre à l'enfant de saisir les liens qui l'unissent à l'environnement pour lui donner le moyen de le comprendre et de le juger, de l'analyser de façon à orienter son action individuelle et sociale.

L'étude d'un milieu écologique ou géographique n'est valable que dans la mesure où elle permet de comprendre le véritable milieu de vie.

3.3.3. Problèmes pédagogiques posés par l'étude du milieu.

a) Stade d'analyse. A aucun moment l'étude des faits du milieu naturel ou humain ne constitue une propédeutique qui se substitue à l'approche disciplinaire : il n'est pas possible de connaître, d'objectiver le vécu au lieu de s'y adapter passivement, sans se forger des instruments de travail spécifiques qui par définition constituent une 1^{re} approche de la pensée scientifique, historique... Le passage du contact global et vécu au problème scientifique et la recherche des éléments de réponse a été étudié dans les chapitres précédents.

b) Stade de synthèse. Les données précises ainsi acquises permettent de réorganiser une vision d'abord naïve et sentimentale du milieu. Une prise de conscience objective du milieu doit respecter un certain nombre de tensions ou réaliser certains équilibres :

— Milieu biologique et environnement technique constituent deux aspects complémentaires et non exclusifs l'un de l'autre. La recherche des milieux rares tels que la mare uniquement parce qu'ils sont « naturels », c'est-à-dire modifiés de façon peu apparente par l'homme masque le véritable impact du milieu biologique : la survie de l'homme est conditionnée par la connaissance du milieu écologique où il vit et par la connaissance de son patrimoine biologique et instinctif. Le milieu technique n'est pas étudié comme substitut du milieu biologique mais comme le lieu de notre action qui peut modifier profondément notre pensée (informatique) ou notre sensibilité (automobile).

— Progrès économique et défense de l'environnement apparaissent comme deux pôles opposés qui orientent nos décisions. Les enfants réagissent très tôt aux situations concrètes et des divergences très vives peuvent se manifester dans la classe lorsqu'un problème brûlant agite le milieu local. Une sensibilisation précoce est nécessaire pour faire découvrir que toute décision valable suppose une analyse objective préalable, des choix souvent difficiles et qui peuvent heurter les intérêts immédiats.

— Sensibilité esthétique et pensée rationnelle. La prise en charge active du milieu de vie (classe ou école) permet de prendre conscience de deux exigences complémentaires qui ne peuvent s'ignorer l'une l'autre. Mais l'aménagement du paysage et de l'espace urbain pose des problèmes dont l'approche exige une réflexion économique et une initiation à l'architecture.

3.4. Point de vue scientifique sur la structuration des disciplines à l'école primaire

3.4.1. Spécification progressive de la composante disciplinaire scientifique.

a) Au stade pré-opératoire (principalement école maternelle) les activités spontanées de l'enfant sont surtout orientées vers l'éducation psychomotrice et sensorielle, la langue parlée, l'expression esthétique, la socialisation. Mais deux approches de la pensée scientifique se manifestent déjà et elles seront poursuivies pendant les premières années de l'école primaire.

— Traduction de l'action par la logique du dessin ou d'autres codages : l'activité est intériorisée, l'emprise de l'imaginaire permet de saisir la réversibilité ; l'enfant se prépare à une pensée objective et opératoire.

— Prise de conscience de la distinction entre expression subjective et réalité objective à l'occasion des échanges à l'intérieur de la classe : le sujet se décentre sans se dessécher.

b) Le début de l'alphabétisation (quelques mois au C.P.) prend une allure dramatique pour des raisons sociales ; les activités d'éveil se définissent alors globalement comme un ensemble de situations motivant et favorisant le passage à la langue écrite.

c) Pendant la 1^{re} moitié de l'école primaire (1^{re} sous-stade du stade des opérations concrètes) la structuration disciplinaire n'existe pas dans l'esprit de l'enfant en tant que cadre général des acquisitions scolaires : les activités d'éveil induisent des activités de langue ou des activités logico-mathématiques qui appellent des compétences précises faisant l'objet d'apprentissages motivés ou d'une application d'un apprentissage antérieur ; mais le même problème comporte aussi un aspect spécifique : scientifique, historique, esthétique qui est nécessairement dégagé en même temps si la démarche répond effectivement au problème posé.

Dès ce stade, les apprentissages de français ou de mathématiques, à cause de leur fréquence et aussi de leur impact social, sont organisés en disciplines alors que les acquis scientifiques peuvent rester ponctuels à condition d'être rigoureux : cette forme est suffisante pour préciser les repérages spatiaux et temporels, pour permettre une première approche du milieu et des media, etc. Bien plus, les activités scientifiques non explicitées interviennent dans la vie scolaire si les exigences de l'éveil sont respectées car les activités verbales s'appuient constamment sur une objectivation du vécu (êtres vivants, objets techniques...).

A ce stade, des programmes scientifiques semblent inutiles ; pourquoi faut-il cependant spécifier cette composante scientifique par des objectifs possibles bien que non nécessaires ? Parce qu'elle risque d'être sacrifiée si elle

reste implicite et ce sabotage nuit d'abord au développement général de l'enfant (retard dans le passage à l'objectivité, dans la maîtrise du principe de conservation) et tend à détacher les apprentissages des deux disciplines instrumentales de leur fonction, de leur insertion dans la vie. Parce que d'autre part tout exercice commencé doit porter des fruits — y compris l'apport de connaissances — ; sur le plan des notions factuelles il n'y a pas lieu d'imposer un programme mais il est nécessaire de déboucher sur un acquis concret individualisé.

D'autre part, la composante scientifique et la composante esthétique d'une activité ne sont pas toujours nettement distinguées et hiérarchisées en fonction du problème posé : le jeu avec les clochettes comportera une recherche physique pour une partie de la classe ; les dessins libres de l'escargot auront une orientation très différente suivant les élèves. Bien plus ces deux composantes se prêtent un appui réciproque : l'analyse précise des sons permet de mieux saisir la musique concrète produite par la classe ; le désir d'exprimer son admiration dans un dessin de souris conduit l'enfant du C.E. 1 à une observation de plus en plus précise. Le maître n'intervient pas de façon répressive en fonction d'un a priori imposé mais il aide l'élève à préciser son intention et à prendre conscience des implications concrètes de son choix au niveau des méthodes et des techniques.

d) A la fin de l'école élémentaire (2^e sous-stade du stade des opérations concrètes) l'enfant éprouve spontanément le besoin de construire des catégories et de structurer l'acquis ; d'autre part, il maîtrise certaines attitudes intellectuelles qui lui permettent d'arriver à un 1^{er} palier de concepts (séparation des variables, conservation de certaines grandeurs, repérage spatial) : il maîtrise un certain nombre de démarches qui permettent à la pensée scientifique d'embrayer sur une action.

Nous rappelons que le réseau de relations résulte d'un effort actif de l'enfant aidé par le maître et qu'il n'a rien à voir avec un ordre linéaire, par exemple celui de la table des matières d'un livre imposé à un être passif.

A ce niveau il est possible de définir un noyau d'objectifs communs à côté d'un grand nombre d'autres objectifs facultatifs, réalisés en fonction des situations et des intérêts individuels. Mais ce noyau — non encore défini par la recherche — n'implique pas nécessairement un programme précis et une progression imposée : un tableau des objectifs, un planning annuel souple suffisent pour exploiter des points de départ très divers. La démarche scientifique reste encore très souvent une composante d'activités scolaires diverses : exercices de langue, exercices mathématiques, productions esthétiques (dessin, travaux manuels, musique).

3.4.2. Cette analyse permet de constater que les disciplines instrumentales restent le principal facteur de cloisonnement disciplinaire. Dans la majorité des classes elles définissent une progression presque linéaire d'objectifs, chaque séquence pédagogique dévolue à la réalisation d'un objectif comporte un 1^{er} temps consacré à l'éveil (jeu, apport de matériel qui donne à l'enfant l'illusion de réaliser « librement » une suite d'objectifs soigneusement définis à l'avance), mais le choix du point de départ reste imposé et il est déterminé par la possibilité de réaliser le plus facilement possible l'objectif proposé. La semaine scolaire reste un kaléidoscope d'activités imposées, souvent amusantes au départ mais dont la signification fonctionnelle échappe à l'enfant ; le lien avec le vécu est réalisé de façon incidente.

Nous n'avons pas à juger cette situation mais nous la constatons pour en voir les implications au niveau de l'initiation scientifique. Ajouterons-nous une mallette biologique ou technologique en vue de réaliser une séquence d'activités scientifiques qui complèteront le puzzle de la semaine scolaire — il suffit pour cela d'adopter un matériel validé par la recherche pédagogique — ? Nous voulons au contraire faciliter une évolution au sens inverse, limiter le nombre d'exercices contraignants et imposés à l'avance (apprentissages ou applications) pour introduire des activités motivées par la situation ou l'événement, qui permettent aux enfants d'arriver à définir un sujet d'étude, à formuler un problème, à distinguer et à appliquer les différentes démarches disci-

plinaires permettant de trouver une réponse. Les sciences constituent un point de départ favorable. Il est possible de définir des objectifs précis, universellement reconnus mais peu nombreux et qui peuvent faire l'objet d'un planning souple ; le maître ne va pas à l'aveuglette et cependant il n'est pas téléguidé de façon rigide. D'autre part, la composante scientifique intervient dans de nombreuses activités sans être perçue de façon dramatique par le maître alors qu'un retard dans l'apprentissage de la lecture est anxiogène ; il n'y a jamais eu de programmes scientifiques impératifs à l'école élémentaire en France, bien que, souvent, l'ordre des chapitres d'un manuel en ait tenu lieu.

Toute rénovation pédagogique suppose la recherche d'un équilibre entre activités thématiques à point de départ libre mais orientées par la réalisation d'objectifs précis et des activités imposées — éventuellement par l'introduction d'un matériel approprié — permettant de réaliser certains objectifs — clés au moment opportun. Le développement des premières permet de faire éclater le cadre de la classe pendant une partie de la vie scolaire pour donner une initiative et une responsabilité effectives aux enfants.

3.4.3. Le décloisonnement n'est pas seulement assuré par l'articulation des contenus mais aussi par le rapprochement des méthodes ; dans ce domaine les possibilités immédiates sont importantes. A la suite des mesures de rénovation de l'école élémentaire, une même attitude pédagogique peut être adoptée en français, mathématiques, disciplines d'éveil (formation artistique comprise) : l'enfant est d'abord placé en situation d'autonomie ; les apprentissages répondent à un besoin de compétence préalablement découvert et sont situés d'emblée dans une perspective fonctionnelle.

D'autre part nous avons déjà insisté (III B 1, 2, 3) sur la nécessité de situer tous les apprentissages au niveau réel de développement génétique de l'enfant : l'application de la pensée analytique et objective orientée par les cadres logico-mathématiques tels qu'ils se manifestent dans des exercices spécialisés doit s'exprimer dans l'ensemble des activités de l'enfant : jeux, productions techniques, observation dans le milieu, écoute des media. Le besoin de créer, la maîtrise de la pensée rationnelle ne sont pas l'apanage spécifique de certaines disciplines mais des orientations qui concernent toute la vie de l'enfant.

IV. - ACTIVITÉS HORS DES MURS DE L'ÉCOLE : LES SORTIES, LES ENQUÊTES, LES CLASSES DE NATURE

A. GENERALITES

1. OBJECTIFS

1.1. Objectif général : connaissance du milieu

Le monde qui entoure l'enfant est constitué d'un réseau de milieux naturels et humains qu'il connaît généralement mal, ignorant les uns, subissant les autres plus qu'il ne les perçoit.

Intéresser l'enfant à son environnement biologique, technique et social, lui offrir l'occasion de pénétrer de fait autant qu'il se peut en ces divers milieux, lui faire acquérir progressivement les instruments et attitudes intellectuels permettant leur appréhension progressive, le préparer à une prise de responsabilité à partir d'une information et d'une réflexion effectives, tels sont les objectifs généraux des sorties et enquêtes hors des murs de l'école.

Ces objectifs ne sauraient être atteints sans une lente élaboration de notions fondamentales et généralisables, qui permettent la conceptualisation aussi rationnelle que possible de l'environnement. Cette élaboration naît et se développe tout au long d'une série d'allers et retours de la classe aux milieux.

1.2. Objectifs spécifiques

Puisque les études dans le milieu ne se réduisent pas à établir une monographie purement descrip-

tive par zones concentriques, elles conduisent nécessairement à la réalisation d'objectifs spécifiques qui dépendent des problèmes rencontrés au cours des sorties et qu'il est utile d'explicitier dans chaque situation concrète.

Signalons en particulier ceux qui se rapportent à la structuration de l'espace et du temps. Cette dernière ne se fait pas seulement au cours de sorties déterminées, mais elle se consolide sur des points précis dans presque toutes les études dans le milieu, à l'occasion des comptes rendus oraux et écrits, des repérages et des codages des positions, des mouvements, des événements successifs.

2. Où sortir ?

La tradition éducative ne permet que très rarement à l'enseignant d'aujourd'hui d'évoluer à l'aise dans des milieux non scolaires. Ni son enfance à l'école primaire, ni son adolescence à l'école secondaire ne lui apportent en ce domaine le secours d'un vécu de qualité. Et pourtant les occasions ne manquent point.

Nous allons considérer un échantillon de 45 sorties effectivement réalisées avec des élèves, de cours préparatoire, de cours élémentaire, de cours moyen :

SORTIES DANS DES MILIEUX NATURELS

Fréquence	Lieu
1	un jardin
1	une haie
1	un marais
1	un rivage marin
1	une réserve ornithologique
2	un terrain vague (environ de terrain militaire, environ de terroirs)
2	un jardin public
2	une exposition (champignons, oiseaux exotiques)
5	autour de l'école, dans la cour de l'école (pour les arbres, les plantes, les fleurs, le peuplement d'un espace)
8	un bois, une forêt
1	la rivière et ses abords

SORTIES DANS LES MILIEUX TECHNOLOGIQUES ET HUMAINS

Fréquence	Lieu
1	un port
1	une exploitation viticole
1	une manufacture de tabac
1	le marché et la poissonnière
2	une boulangerie
1	une minoterie
1	une scierie
1	une fonderie
4	une ferme
1	un élevage industriel de poulets
1	des orgues
1	le stade
1	quelques rues de Paris (architecture et milieu technique)
1	l'écluse

ETUDE DES DISTANCES PARCOURUES

Fréquence	Distance	Mode de locomotion
21	0 à 2 km	déplacement à pied
4	2 à 3 km	déplacement à pied
10	5 à 25 km	déplacement en car

La durée moyenne des sorties à pied est d'une à deux heures.

Les sorties en car occupent la demi-journée entière.

Il apparaît dans ces exemples pourtant limités que les points de départ peuvent être très variés. Aucune trame ne peut être définie, tant les occasions sont multiples : du gazon au lierre du mur, du grand magasin au canal, de la rue au port.

3. DES TYPES ET DES MOTIVATIONS DES SORTIES

3.1. On peut distinguer trois types de sorties

— La sortie point de départ d'activités multiples ou sortie initiale.

— La sortie d'approfondissement qui répond à un problème précis posé au cours d'une sortie antérieure ou d'une autre activité scolaire.

— La sortie contrôle des connaissances qui permet au maître de juger si, dans des situations de vie nouvelle, des acquisitions antérieures peuvent être utilisées comme tentatives d'explication.

3.2. La sortie point de départ ou sortie exploration

Le plus souvent, dans les faits, elle est prévue par le maître qui la considère comme un moyen d'atteindre des objectifs qu'il s'est lui-même fixés.

Mais elle peut naître de propositions faites par les élèves eux-mêmes au cours d'entretiens, à la suite de lectures, de réunions de coopératives.

L'intérêt spontané des enfants peut la provoquer :

- « On a vu des hirondelles autour de l'école, on voudrait les observer un peu mieux. »
- « On aimerait aller faire une promenade au bois comme la classe voisine. »
- « On a entendu parler d'une exposition d'oiseaux, on souhaite s'y rendre... »

Les questions d'enfants en provoquent une bonne part :

- « Comment construit-on les bateaux ? »
- « Comment peut-on faire le vin ? »

La correspondance scolaire est bien souvent à l'origine de telles sorties. Veut-on décrire son quartier aux correspondants ?, il faut le bien connaître. Veut-on leur parler de l'usine voisine ?, il la faut visiter. Veut-on leur faire connaître nos fruits d'automne ?, il nous faut sortir. La sortie point de départ fournit non seulement l'occasion de poser les problèmes qui seront abordés dans les exercices ultérieurs, mais elle permet d'éveiller l'intérêt des enfants pour leur milieu en vue d'une exploration active et d'une prise de responsabilités. Ce dernier point concerne particulièrement les enfants des banlieues urbaines qui se désintéressent souvent de leur environnement et cherchent à s'évader dans l'imaginaire. Il sera abordé de façon plus précise dans l'unité : écologie-environnement.

3.3. La sortie d'approfondissement

Dans une école de la ville de Guéret, des élèves de cours moyen reviennent d'une sortie en forêt. Ils demandent peu après à visiter la scierie toute proche.

Leurs petits camarades d'un cours moyen d'Arras ont visité une boulangerie. Ils s'interrogent sur l'origine, la fabrication de la farine et tout naturellement le maître les conduit à la minoterie voisine.

Ainsi la sortie d'approfondissement est rendue nécessaire par le besoin de répondre à un problème nouveau, né d'une étude antérieure.

On peut désirer :

- Des renseignements complémentaires :

Une classe de C.M. 2 souhaitait représenter graphiquement la production hebdomadaire d'une boulangerie industrielle déjà visitée. Elle souhaitait encore comparer cette production avec la production d'une boulangerie artisanale. Il fallut donc s'informer à nouveau auprès de la boulangerie industrielle et visiter une boulangerie traditionnelle.

- Une récolte de nouveaux échantillons : mousses, lichens, bourgeons, fossiles.

- Parfaire des observations :

la colonisation d'un mur,
le peuplement d'une forêt en tentant de dénombrer animaux et espèces végétales sur 100 m²,
le relevé d'une coupe du sol ou du sous-sol,
l'étude de la litière de feuilles mortes et de son évolution au cours des saisons,
le fonctionnement de l'écluse.

- Expérimenter :

le comportement d'un cloporte,
étude expérimentale de la dissémination des graines de frêne et d'érable.

- Comparer, et cela exige une seconde, une troisième sortie, voire plus :

pour étudier le peuplement d'un espace labouré et non semé par l'homme,

pour suivre l'évolution de la vie végétale et animale au cours des saisons,

pour faire naître l'idée de peuplement végétal, l'observation d'une seule formation (l'ormie) ne suffit pas ; le maître conduit ses élèves dans une autre formation (la hêtraie), (Arras, C.M. 2), (09.1.a et b),

la visite d'une ferme traditionnelle conduit à la visite d'une ferme moderne (Arras, C.M. 2), (09.1.i).

3.4. Sortie de contrôle de l'acquis

Chaque sortie permet le contrôle et la consolidation des connaissances déjà acquises dans des conditions beaucoup plus favorables que celles qui sont réalisées par des épreuves purement verbales : l'enfant a vraiment compris la fécondation des végétaux

s'il interprète de façon exacte au cours d'une sortie la signification des châtons du noisetier et s'il cherche le pistil de la fleur qui peut donner une noisette. Dans certains cas le contrôle constitue le but principal de la sortie : par exemple la visite des orgues permet d'appliquer l'ensemble des notions établies à l'occasion de l'étude des sons émis par différents tuyaux.

4. LA PREPARATION DES SORTIES PAR LE MAITRE

Aucun maître ne peut éluder la préparation des sorties, quelle qu'en soit la forme selon les besoins. Une prospection préalable du milieu est indispensable.

a) La visite préalable des lieux :

Citons l'exemple de cette équipe de maîtres — classes de C.E., C.M. 1, C.M. 2 — (09.1.a, b, c et d) qui projetèrent une sortie de leurs élèves dans un bois au cours de l'hiver. Ils s'y rendirent tout d'abord ensemble quelques jours auparavant. Au cours de l'exploration ils s'efforcent de reconnaître les arbres à leur écorce, à leurs bourgeons, à leur silhouette, à leurs feuilles mortes. Ils distinguent deux types de mousse et repèrent l'emplacement. Ils creusent le sol, découvrent des rhizomes et des bulbes. Ils en notent l'emplacement (1). Ils constatent la présence de champignons vivant sur le bois, sous la litière ou sous des branches pourrissantes ; ils observent la présence de traces de la vie animale : plumes de pigeon ramier, excréments de lapin, insectes engourdis dans le sol.

Il ne restait plus à l'équipe qu'à tenter d'évaluer en commun telle ou telle possibilité de réaction, de questions et à se documenter en conséquence, en veillant toutefois à ce que leurs connaissances acquises soient en réserve au service de l'éveil de l'enfant.

(1) Cela ne signifie point que les élèves vont faire du pillage du bois : il sera inutile d'emporter les bulbes découverts, des bulbes de culture sont suffisants pour l'étude. D'une façon générale les prélèvements devront être limités au strict minimum. Il y a là pour le maître matière à éducation sur le terrain par la parole et l'exemple.

L'étude d'un milieu technologique nous fournit un second exemple (09.1.k, l, m et n) : il s'agit ici de préparer la visite d'une boulangerie industrielle. L'équipe des maîtres sollicite simultanément l'autorisation de visite pour elle-même et pour les classes. Elle obtient alors, en un premier temps, en dehors des élèves, de la bouche des professionnels, des renseignements sur la chaîne de fabrication, l'organisation d'une machine et son rôle, les sources et les quantités de matières premières, les types de fabrication, les problèmes de livraison, de rayonnage, les conditions économiques et les conditions de travail.

Tous les maîtres pensent que ces explorations préparatoires en commun sont des plus enrichissantes.

Quelle que soit la sortie prévue on ne saurait trop insister : elle se prépare sur les lieux mêmes.

b) Préparation pédagogique de la sortie des élèves et de son exploitation :

La visite préalable s'accompagne nous l'avons vu, d'un effort de prévision et de réflexion sur les objectifs possibles, et aussi sur les méthodes et les moyens à envisager pour les atteindre.

Nous avons déjà cité l'exemple d'une visite de boulangerie industrielle. Les maîtres effectuèrent donc d'abord leur propre visite. Ils ne se contentèrent pas de recueillir les informations convenables, mais s'essayèrent à distinguer le plus grand nombre d'objectifs pédagogiques possibles tout en évaluant la richesse de chacun :

— Les enfants seraient-ils intrigués par le tapis roulant ? Entreverraient-ils l'analyse de la transmission du mouvement ? Fallait-il prévoir une reconstitution des mécanismes à l'aide de pièces d'un jeu de type « Meccano » ?

— La chaîne de fabrication continue allait-elle suggérer un classement des machines selon leur finalité ? Fallait-il prévoir un travail de sériation de machines selon leur complémentarité ?

— A propos de la fermentation ils s'interrogent : Comment en aborder l'étude à l'école élémentaire ? Sous quelle forme ? Jusqu'à quel degré ? Quel serait le but atteint ? Quels exercices pourrait-on envisager ? Les enfants demanderont-ils pourquoi la levure fait lever la pâte et comment ? Vou-

dront-ils faire du pain ? Ne faudrait-il pas dans ce cas prévoir une façon avec levure et l'autre avec levain ? Ils entrevoient donc un triple objectif :

- méthodologique : attitude expérimentale,
- technologique : exercice de fabrication,
- notionnel : approche de la notion de fermentation.

Ils pensent enfin que cette visite fournira aux enfants l'occasion de voir l'homme dans un milieu technologique, face à la machine, l'homme dans le milieu du travail, et d'en dégager des facteurs et relations propres à ces milieux.

Ainsi s'ébauchent dès la visite préparatoire et se précisent ensuite grâce à la réflexion ultérieure en équipe des idées sur :

- les objectifs pédagogiques,
- les activités pour les atteindre,
- les moyens à réunir (documents et matériel).

Il ne s'agissait là que de possibles. En effet la meilleure réflexion préparatoire ne peut tout prévoir. Il n'est pas exclu qu'un intérêt nouveau de grande qualité naisse parmi les élèves au cours même de la visite, le maître vigilant n'hésite pas à le retenir pour l'exploiter ultérieurement.

5. LA DEMARCHE PEDAGOGIQUE

Nous nous limiterons à la sortie exploration, car les problèmes posés par les 2 autres types de sortie ont été abordés avec les activités de classe.

5.1. Préparation

a) Doit-on préparer les enfants à la sortie initiale ?

L'étude d'un échantillon de 26 sorties « initiales » montre que :

— 15 d'entre elles sont des sorties de type exploratoire, appelées parfois, improprement, « sauvages ».

Il n'y a pas eu de préparation, pas de questionnaire. Les enfants placés dans un milieu y réalisent des

observations spontanées, expriment leurs curiosités, leurs interrogations que le maître, un élève, un groupe d'élèves notent. Le maître provoque des confrontations. On fait sur place les observations précises de tout ce qui ne peut être rapporté en classe. L'ensemble des propos, des questions, du matériel rapporté, permet en classe l'organisation de la suite du travail.

— 7 sont réalisées sans questionnaire, mais après une discussion qui a permis aux enfants de se faire une idée générale directrice, par exemple : « On va voir ce qui peut être vivant »...

— Dans 4 cas les enfants sont munis d'un questionnaire rédigé tantôt par le maître seul, tantôt à la suite d'une discussion avec les élèves. Dans ce dernier cas seulement, et sous réserve que le maître ait une souplesse d'écoute suffisante, on peut penser que le questionnaire correspond aux préoccupations des enfants.

En résumé il semble bien que dans la majorité des cas on provoque l'attitude de découverte sans imposer un cadre rigide.

b) Problème de la motivation. Tous les enfants ne désirent pas connaître leur milieu de vie concret : refus de l'univers des grands ensembles par certains préadolescents qui se réfugient dans un monde imaginaire ; attachement au milieu d'origine de certains enfants déracinés ; absence d'intérêt pour certains milieux qui paraissent banaux et pauvres. Le maître ne peut ignorer l'univers réel de chaque enfant, mais il lui appartient aussi de faire découvrir les liens réels qui unissent l'élève à son environnement par exemple en exploitant l'événement, en s'appuyant sur une émission audio-visuelle. Il est souvent utile de créer une motivation affective au niveau de la classe par un entretien préalable.

5.2. La sortie

a) Il n'est pas possible de définir un cadre rigide, mais seulement de préciser certaines conditions qu'il est souhaitable de réaliser.

— La sortie doit mettre l'enfant en situation de découverte ce qui conduit à remplacer les longs discours par des suggestions qui favorisent la réaction d'étonnement et à adopter très souvent le travail par ateliers.

— Elle doit favoriser la communication : échanges entre enfants d'une part et communication avec les adultes extérieurs à l'école d'autre part.

— Elle doit aboutir à un vœu commun matérialisé par des traces qui faciliteront l'effort de structuration ; prise de notes, enregistrement au magnétophone, réalisation de photographies.

b) En particulier il est indispensable de garder une grande souplesse : par exemple, il est inutile de visiter le château-fort avant que les élèves attirés par les canards qui évoluent dans les douves du château n'aient satisfait leur curiosité et exprimé une interprétation ou posé un problème qui sera abordé au cours d'une autre séance.

c) De ce fait la sortie constitue un moment privilégié pour modifier les rapports entre le maître et les élèves.

Selon le travail envisagé, le maître adopte tour à tour, en insistant sur l'une ou l'autre, les différentes attitudes possibles : inciter, animer, noter les questions et remarques, observer les élèves, les regrouper au besoin, enfin si c'est nécessaire transmettre et structurer des connaissances. Ce n'est certes pas facile, il y faut une grande souplesse, mais la formation de l'élève face au milieu est à ce prix.

5.3. L'exploitation

a) Le plus souvent la sortie a fourni une moisson de données individuelles et incertaines ; grâce à la communication et à la documentation, ces données sont objectives et débouchent sur un fond commun à toute la classe. Par exemple chaque groupe indique ce qu'il a appris, ce qu'il n'a pas compris, ce qui exigerait de nouvelles recherches ; la discussion avec le reste de la classe, l'apport d'informations par le maître sur un point précis (en particulier vocabulaire), la recherche de renseignements dans les livres permettent d'inscrire au tableau des résultats considérés comme acquis par tous les enfants et des problèmes non résolus.

b) La structuration des données ponctuelles présentées en vrac constitue une activité particuliè-

rement féconde, si elle est réalisée grâce à l'initiative et à l'effort d'organisation des enfants : il ne s'agit pas de faire des monographies ou des récits ennuyeux suivant un plan passe-partout, mais de découvrir des points de vue, des systèmes de relations, de façon à lier l'expérience vécue et les différents systèmes de concepts structurés par discipline.

c) A l'occasion de la sortie, les enfants sont amenés à formuler des problèmes précis dont la résolution ne constitue pas en général une simple extension de l'exploration. Par exemple ils seront conduits très souvent à une étude expérimentale qui ne se serait pas présentée spontanément.

d) Il est utile de savoir arrêter l'exploitation d'une sortie avant que l'intérêt de la classe ne tombe ; de plus les thèmes qui se ramifient indéfiniment détournent souvent l'esprit de l'enfant de la découverte des relations fondamentales qui caractérisent son environnement. La connaissance du milieu ne procède pas d'une description par couches concentriques mais se développe grâce au rapprochement de points de vue différents.

e) Les traces de l'exercice ne sont que le reflet des activités de la classe et du travail libre des élèves. Un dossier documentaire doit être un instrument de travail sur lequel on peut compter ; il vaut mieux les faire bien et progressivement plutôt que d'accumuler des archives inutilisables.

5.4. L'acquis

La cohérence de l'acquis n'est pas assurée par la rédaction d'une monographie fourre-tout, mais par un effort actif de structuration : mise en rapport des conclusions des différents groupes ou de différentes sorties, comparaisons entre les données découvertes dans l'environnement immédiat et les informations provenant de milieux plus éloignés, etc. Dans le cadre de la sortie découverte, deux objectifs complémentaires sont étroitement liés : arriver à une vue synthétique du milieu et dépasser le cloisonnement disciplinaire grâce à la mise en rapport de méthodes et de notions appartenant à des domaines différents.

B. SORTIE EXPLORATION A DOMINANTE BIOLOGIQUE, GEOLOGIQUE ET GEOGRAPHIQUE : LA RIVIERE ET SES ABORDS (C.M., 06.2.c)

(Cette sortie est décrite dans l'émission Ecologie II des Ateliers de Pédagogie Magazine).

1. GENERALITES

1.1. La classe

C.M.1 et C.M.2 mixte de milieu rural ; les élèves ne sont pas séparés en deux cours rigides mais travaillent par groupes souples variables suivant les activités.

1.2. Les objectifs

1.2.1. A l'occasion d'une sortie-exploration libre le maître se donne avant tout des objectifs méthodologiques :

- donner aux enfants l'occasion de découvrir des relations ou de poser des problèmes eux-mêmes ; les problèmes ainsi posés seront abordés au cours des activités d'éveil des semaines suivantes ;
- vérifier si l'enfant est capable d'appliquer l'acquis (concepts ou méthodes) pour résoudre un problème de vie ;
- organiser des observations dispersées autour d'un petit nombre de principes découverts par les élèves eux-mêmes.

1.2.2. Au cours de l'exécution de la sortie et de la structuration ultérieure le maître a pu renforcer certaines connaissances et aborder des concepts nouveaux en fonction des questions posées :

- détermination de l'âge d'un rameau à partir de la morphologie externe ;
- distinctions entre adret et ubac ;
- identification de la moraine et rappel de son origine glacière.

1.3. Les différentes étapes de l'exercice

- Choix du sujet : décidé en réunion de coopérative ; la préparation se limite à l'étude de l'itinéraire sur le plan cadastral.
- La sortie : durée 1 h 1/2 h à 2 h.
- La mise en commun immédiatement après le retour à l'école ; durée 1 h.
- Réalisation d'un document polycopié qui servira de base de travail.
- La structuration des données ; recherche du plan au niveau de l'équipe (1/2 h) puis au niveau de la classe (1 h) ; réorganisation de l'ensemble des données autour d'un petit nombre de problèmes.
- Rédaction des éléments de réponse aux différents problèmes, travail indépendant par atelier ; durée variable suivant le thème : 1 à 4 h.
- Synthèse finale à la suite de l'exposé des groupes : 1 h ; les sujets particulièrement intéressants donneront lieu à l'établissement d'un document collectif (dépliant ou album).

1.4. Le matériel

- petites pelles et petites pioches ;
- sacs de plastique, bocaux de verre et matériel de collecte confectionné par les enfants ;
- 1 appareil photographique manipulé par les enfants eux-mêmes.

2. LA SORTIE

1^{re} sortie de l'année, 3 semaines après la rentrée.

2.1. L'attitude pédagogique

Les élèves explorent librement par petits groupes informels (2 ou 3 élèves le plus souvent). Comme il s'agit de la 1^{re} sortie de l'année le maître cherche à favoriser la communication orale entre enfants et à éviter la dispersion pour aboutir à un vécu commun de la classe ; pour cette raison il tient lui-même le répertoire des découvertes de chaque groupe ; au lieu de prendre des notes les élèves dictent leurs découvertes ou leurs questions au maître. Ce dernier évite de diffuser systématiquement des informations mais les fait donner par les autres élèves dans la mesure du possible ; lorsqu'une observation ou interprétation est fautive il la met en doute par une question ou provoque la confrontation entre élèves.

2.2. Les milieux explorés

Les élèves traversent la prairie sur la moraine ; ils identifient cette dernière (déjà observée l'année précédente) et se rappellent son origine glaciaire ; ils distinguent les canaux d'irrigation et de drainage. Ils suivent ensuite le bord de la rivière ; ils repèrent les traces de vie animale sur les berges (trous non identifiés) et dans l'eau (mollusques d'eau douce, déplacement des poissons...) ; ils identifient les matériaux qui forment le lit de la rivière, ils mesurent la vitesse du courant au bord et dans l'axe de la rivière ; ils observent les effets du courant sur les deux rives d'un méandre. Ils comparent la végétation des deux versants de la vallée. La collecte ramenée pour détermination et observation comprend principalement des rameaux d'arbustes et des mollusques d'eau douce (limnées et planorbes).

2.3. Contrôle de l'acquis au cours de la sortie

La possibilité de résoudre un problème en appliquant un concept à une situation vécue constitue la meilleure vérification des connaissances.

Parfois cette vérification est spontanée : identification de la moraine, détermination de l'âge d'un rameau.

Dans d'autres cas le maître provoque le contrôle par ses questions. A deux reprises il a pu découvrir ainsi que certaines notions délicates n'avaient pas

été assimilées ; la 1^{re} question se rapportait à la diminution apparente de poids d'un objet immergé, la 2^e à la dépendance des champignons par rapport aux plantes vertes (les champignons poussent sur la matière organique ; les débris des plantes vertes forment la matière organique du sol : quel rapport y a-t-il entre les champignons et les plantes vertes ?).

3. LA MISE EN COMMUN IMMEDIATEMENT APRES LE RETOUR A L'ECOLE

Le matériel collecté est disposé sur le pupitre et chaque groupe fait part de ses découvertes et de ses problèmes à tour de rôle à partir des notes de la fiche individuelle. La discussion de chaque point permet de rectifier les observations ou les interprétations incorrectes et de préciser le vocabulaire. Le bilan de ce travail se traduit par une liste non ordonnée de définitions, d'explications et de problèmes inscrits en style télégraphique au tableau noir.

La discussion conduit à des interprétations intéressantes mais qui doivent parfois être vérifiées ou rectifiées.

— « Sous une bouse de vache j'ai trouvé les plantes qui étaient jaunes parce qu'elles n'avaient pas reçu de soleil et qu'elles n'avaient pas pu former leur chlorophylle » Cette interprétation ne tient pas compte de l'action de contact de la bouse.

— Les élèves ont observé correctement le rapport entre l'ensoleillement et la végétation de l'adret (chêne) et de l'ubac (hêtres et peupliers) mais ils ont été induits en erreur ensuite par le vocabulaire et ils ont rattaché l'adret à la rive droite de la rivière [adret = droite en langue d'oc]. Le maître a dû provoquer une étude comparée des versants des différentes vallées pour rectifier l'erreur.

4. LA STRUCTURATION

Chaque élève dispose d'un texte photocopie qui reprend les indications portées la veille au tableau noir.

L'exercice débute par un travail de groupe ; les groupes de structuration, distincts des groupes fluctuants formés au cours de la sortie, ont été constitués au début de l'année : le maître a recherché une certaine stabilité pour faciliter le travail intellectuel dans le cadre du groupe. Chaque atelier cherche à rattacher les faits bruts à des relations causales ou à les situer dans une catégorie (classification par exemple). Il regroupe ensuite les données et propose un titre pour chaque unité.

Puis les différents groupes confrontent leurs synthèses ; le bilan de l'exploration au niveau de la classe se traduit par une série de sujets centrés chacun sur une idée directrice :

- la vie de la vallée ; les élèves de ce groupe ont aussi à situer les photographies en se servant du texte photocopié.

- Les rochers, le sol, du bord de la rivière, décompositions dans la terre et la vase.

- Les alentours de la rivière : animaux et plantes (déterminations et observations continues en classe).

- La Jordane et le cycle de l'eau (application des notions étudiées l'année précédente sur le cycle de l'eau).

- Le cours de la rivière ; le courant ; l'ancien lit.

5. MISE AU POINT DE L'ACQUIS

Chaque groupe rédige le sujet qui lui a été confié à partir du texte photocopié et de la documentation à la disposition de la classe. La rédaction de durée variable suivant le sujet (1 à 4 h) se fait pendant des heures de travail libre.

Dès que le texte est rédigé le groupe le présente à la classe qui accepte, rectifie ou refuse le document établi. Certains textes seront retenus pour l'établissement d'une trace permanente.

C. SORTIE EXPLORATION A DOMINANTE TECHNOLOGIQUE : VISITE D'UNE BOULANGERIE INDUSTRIELLE (C.M.2, 09.1.n)

1. CADRE DE L'EXERCICE

1.1. Milieu urbain principalement H.L.M.

1.2. Classe de garçons de 22 élèves

dont 4 redoublants et 2 autres élèves ayant 1 an de retard.

— Classe habituée au travail de groupe et au travail sur documents.

1.3. Durée

6 séances (1 séance par semaine) dont 3 se rapportent directement à la sortie et à son exploitation.

— Sortie : 1 h 30.

— 2 séances de mise en commun et de structuration en classe de 2 h chacune par classe entière.

— 2 séances de travail par groupe consacrées à des problèmes posés à l'occasion de la visite.

Chaque groupe étudie un problème différent ; 2 h en moyenne par groupe.

— 1 séance de synthèse.

1.4. Objectifs

1.4.1. Les intentions pédagogiques suivantes ont conduit le maître à organiser la sortie.

— Favoriser l'éveil : donner l'occasion aux enfants de s'étonner et de poser des problèmes techniques, scientifiques, historiques, économiques, sociaux, la visite a conduit effectivement à la formulation de problèmes précis se rapportant à ces domaines.

— Faire découvrir la complexité des facteurs qui déterminent une activité de production.

— Sensibiliser les élèves aux problèmes posés par le travail.

1.4.2. La réalisation de la sortie a permis de poursuivre l'apprentissage des méthodes de travail :

— conduite d'une enquête à partir de questions spontanées (enregistrement au magnétophone et décryptage) ou d'un questionnaire préparé à l'avance ;

— recherche de renseignements dans un document et synthèse des renseignements fournis par plusieurs documents ;

— structuration des apports parcellaires des différents groupes.

1.5. Les moyens : employés principalement au cours de l'extension

a) Documentation :

— maître : Collection « Que sais-je ? », Le pain ;

— élèves : Textes et documents pour la classe, Tout l'univers, B.T. : Le blé, Histoire du pain, Brie terre à blé, Les moulins à vent, etc.

b) Matériel :

— photographies prises par le maître au cours de la visite ;

— matériel verrerie comportant en particulier le matériel nécessaire pour la préparation d'un gaz à froid, déposé en vrac sur la table réservée à cet usage (cf. 4.2).

2. LA SORTIE

2.1. Les enfants ont été conduits à la boulangerie industrielle Brévaré située dans le secteur de l'école mais dont l'existence est ignorée de la majorité des élèves. La visite n'a pas été préparée. Le maître est muni d'un magnétophone pour enregistrer

les réactions et les formulations spontanées des élèves ainsi que d'un appareil photographique pour prendre des vues sur la chaîne de fabrication. Dans cette usine à cette heure (16 h) l'activité est continue et les enfants ont pu observer toutes les étapes de la fabrication depuis le pétrissage jusqu'à la cuisson.

Au cours de la visite, l'attention est soutenue, les questions fusent.

2.2. Inventaire des questions posées au cours des différentes étapes de la chaîne

Pétrissage : A quoi ça sert ? (le pétrin) — Pourquoi y faut le pétrir ? Qui y a-t-il dedans ? Qu'est-ce que ça va faire ? Comment on construit ces machins là ? Depuis combien de temps travaillez-vous ici ? On peut faire que du pain avec cette pâte ? Combien de temps pour pétrir ? A quoi servent les cadrans sur la machine ? Qu'est-ce que l'arrêt d'urgence ? Est-ce que vous travaillez de nuit ? C'est le matin qu'on distribue le pain ? Combien de temps travaillez-vous ? Ces machins marchent à l'électricité ou à l'essence ? Combien contient la cuve à pétrin ? Faites-vous toujours le même travail ? Quand la pâte est faite, qu'est-ce qu'on en fait ? Combien met-on de temps pour faire un pain ? Ce n'est pas très dur, votre métier ? Est-il fatigant ? La nuit, ce sont toujours les mêmes ? Combien gagne-t-on par mois ?

Pesée : Avec les 13 kg de pâte que vous mettez dans chaque bassine, combien ferez-vous de pains ? Pourquoi mettez-vous de la farine au fond de la bassine ? Pourquoi ne séparez-vous pas la pâte à la main ? Est-ce toujours le même poids de pâte par bassine ? Le poids des pains est différent ?

La division de la pâte : A quoi sert cette machine ? A quoi servent ces boutons ? tout est mécanique ? A quoi sert ce 'apis ? En quoi consiste la fermentation ? (mot prononcé par le boulanger) c'est toujours la même chose ? Pourquoi pose-t-on les pâtons sur une toile ? Ça va vite à faire un pain ? Combien les pains cuisent-ils de temps ? Et s'ils restent plus de temps ? Les baguettes, c'est fait comme le pain ?

Façonnage : Pourquoi met-on le pain sur des planches ? Combien fait-on de pains en huit heures ? A quoi servent les manettes ?

Cuisson : Pourquoi y a-t-il deux fours ? Pourquoi deux étages au four ? Pourquoi faites-vous des fentes avec une lame à rasoir ? A quel degré cuisent les pains ? Où le pain sort-il ? Pourquoi ces pains-là sont-ils en moules ? Pourquoi l'ouvrier tire-t-il sur une manette ? A quoi sert cette manette ? Quelle est la durée de la cuisson ? Combien pèsent ces pains ? A quoi servent ces boutons ? A quoi sert ce cadran ? A quoi sert ce tuyau ? Pourquoi faut-il 250° pour cuire le pain ? Comment avez-vous trouvé 250° ? Avez-vous des arrêts ? Des accidents ? Dus à quoi ? Combien de temps pour réparer ? Combien de pains contient ce four ? Sur ces pains-ci, pourquoi les traits sont différents ? S'il y avait un homme dans le four, en combien de temps serait-il calciné ? Combien de temps ces pains restent-ils au four ? Quand vous mettez le pain au four, ça gonfle ? C'est très moderne ce four ? En quoi sont les moules ? Combien vendez-vous de pains par jour ? Cette boulangerie est-elle la plus grande d'Arras ? Que faites-vous des pains invendus ? Pourquoi la pâte qui rentre dans le four sort sous la forme de croûte et de mie ?

3. MISE EN COMMUN ET STRUCTURATION DES OBSERVATIONS

3.1. 1^{re} séance - « Déballage »

Le magnétophone est branché, on écoute l'enregistrement. Les élèves qui ont posé les questions vont à tour de rôle au tableau pour noter en style concis les réponses obtenues. Après avoir discuté avec les élèves de l'aspect « orthographe » le maître prépare au fur et à mesure à la machine à écrire, la feuille de renseignements qui est passée au duplicateur et distribuée (voir ci-dessous).

Feuille de renseignements : LA BOULANGERIE

Le pétrin = farine + levure + eau + sel
(100 kg) (2 kg) (60 l) (2,4 kg).
BREVARD = 1 an 1/2

Temps pour pétrir : 20 mn, 5 mn petite vitesse, 15 à 18 mn grande vitesse.

2 équipes une de jour, une de nuit (8 hommes par équipe).

Les machines sont toutes électriques. Cuves du pétrin = 165 kg pâte.

Les ouvriers sont spécialisés.

Après le pétrin, le pétrisseur laisse reposer la pâte 15 mn puis il pèse. Après la pesée, la pâte est divisée, boulée, façonnée, 280 boulots de 500 avec 165 kg de pâte. Le métier n'est pas trop dur. Fatigant à cause de la chaleur. Les ouvriers sont à tour de rôle de jour ou de nuit.

Salaire mensuel varie de 700 F à 1 500 F.

135 kg de pâte = 200 pains boulots. On met de la farine au fond de la bassine pour éviter que la pâte colle (l'ouvrier se sert d'un couteau pour séparer la pâte dans le pétrin le bloc de pâte avec une diviseuse).

Le contacteur sert à arrêter la machine. Tout est mécanique. Les pâtons sont mis en boule et vont subir une pré-fermentation avant de passer à l'allongeuse qui lui donnera la forme définitive.

La fermentation : c'est la levure qui commence à utiliser les sucres existant dans la pâte et commence à donner au pâton un volume supérieur à celui du départ.

Chaque spécialité a sa pâte spéciale.

Sur une toile appelée coucho, on place des pâtons façonnés pour qu'ils subissent la pousse définitive : c'est l'apprêt.

La fabrication du pain dure 4 h.

La cuisson dépend du poids (ex : 500 g = 35 mn).

Les pains « poussent » sur des planches dans des armoires à fermentation.

Les manettes servent à régler les rouleaux de l'allongeuse.

Le four a deux étages. On fait des fentes sur la pâte pour que le pain cuise mieux.

Temps de cuisson 250° (2 brûleurs : avant, arrière).

Les pains sortent cuits à l'arrière, les pains tûlés cuisent dans les moules. L'ouvrier ouvre la porte du four à l'aide d'une manette.

Le pain moulé cuit à 40° (boulot de 500 g 35 mn, de 1 100 g 40 mn, baguette 20 mn, petit pain 15 mn).

A côté du four, il y a un tableau de bord avec : réglage du temps de cuisson, réglage de la buée, thermostat. Le four a parfois des pannes (fusibles — mazout).

Les moules sont en aluminium. Chaque jour 5 500 pains fabriqués : c'est la plus grande boulangerie d'Arras. Les invendus sont achetés par un marchand d'aliments pour bétail.

3.2. 2^e séance qui permet de structurer ce qui a été compris et de passer à quelques problèmes précis

Comme pour les entretiens de français, les élèves se font face, les tables étant disposées en demi-cercle. Ceci a pour but de favoriser les échanges.

Le magnétophone est prêt pour l'enregistrement ; chacun dispose de la fiche renseignement (la Boulangerie ci-dessus) et de papier blanc.

a) D'abord on relit la feuille mais, telle quelle, elle est illisible, il faut inclure chaque renseignement dans une phrase, ce qui est bénéfique pour le français. Les élèves prennent la parole, chacun à leur tour, la mise au point du compte rendu comporte donc au départ un exercice original d'expression orale.

b) Question du maître : « au cours de la visite ou à la lecture de la fiche, y a-t-il quelque chose que vous n'avez pas compris ? Réfléchissez et au besoin rédiger votre question par écrit ».

Les questions sont enregistrées — lentes au début, très nombreuses ensuite —. La transcription de l'enregistrement est donnée ci-dessous.

« Combien vendent-ils de pains »

Que veut dire : « chaque spécialité a sa pâte spéciale » ? Pourquoi faut-il 2 vitesses au pétrin ? Combien ont coûté tous les appareils de la boulangerie et quels sont les bénéfices sur un petit pain, une basquette, un boulot, etc. ? 13,5 kg de pâte font 20 pains, 20 pains de quoi ? Que veut dire le boulanger : « les pâtons vont subir une pré-fermentation avant de passer à l'allongeuse qui leur

donnera leur forme définitive ? ». Que veut dire : « C'est l'apprêt » ? Où garnit-on les gâteaux ?

D'où tiennent-ils le terme « pâton » ? Moi, je comprends pas, ils disent qu'ils font 5 500 pains par jour, puisqu'ils savent qu'il y aura des invendus, pourquoi en font-ils autant ? Où se procurent-ils la farine ? Combien y a-t-il de personnes en tout dans l'usine ? Combien en dépensez-vous de kg par jour ? Pourquoi 2 brûleurs au four ? A côté du four, j'ai vu des gâteaux, comment les faites-vous ? Combien y a-t-il de personnes en tout dans l'usine ? Comment fait-on les pains au chocolat ? Quel est le prix d'un kg de farine ? Combien dure un gros sac de farine ? Les croissants ont-ils la même cuisson que le pain ? Pourquoi le pain, il faut 4 heures pour le faire et 100 pains aussi ?

Que veut dire : « C'est la levure qui commence à utiliser les sucres » ? Combien vendez-vous les pains ? Quels sont les sucres qui sont dans la pâte ? Combien pèse le plus gros sac de farine ? Pourquoi font-ils des fentes sur le pain car on m'a dit que c'était des fantaisies ? C'est la plus grande boulangerie d'Arras ou une des plus grandes ? Combien usent-ils de kg de beurre ? Pourquoi l'ouvrier pétrisseur laisse-t-il reposer la pâte ? Est-ce que l'eau est de l'eau du robinet ? A combien leur reviennent tous les pains d'une journée ? Le pétrin est fait de quoi ? Pourquoi le pain « renchérit-il » ? Combien usez-vous d'eau et de sel par jour ? Est-ce que le sel est du sel du marchand ? Comment fait-on le pain de seigle ? Utilisez-vous du sel fin ou du gros sel ? Est-ce de la margarine ou du beurre ? Est-ce que les pains sont mouillés après la cuisson ? La levure est en petits ou en gros sachets ? Est-ce que les pains qui vont dans le four sont tous dans des moules ? Sur une case j'ai vu : « Réserve pour les bâtards », qu'est-ce que ça veut dire ? Pourquoi ne faites-vous pas qu'une sorte de pain ? Est-ce que la levure est pareille que celle du marchand ? Pourquoi les ouvriers sont spécialisés ? Combien de kg de pâte par jour ? Pourquoi les boulangers portent-ils un habit blanc ? Pourquoi donne-t-on les invendus au marchand d'aliments pour bétail ? Est-ce que le pain est livré autre part que dans la boulangerie ? Le pain est-il vendu hors d'Arras ? Ils disent que

tout est électrique mais ils coupent la pâte à la main, le fera-t-on un jour à la machine ? »

c) Départ : les questions, enregistrées, vont être écoutées. Si un élève peut apporter une réponse jugée satisfaisante par tous, maître compris, elle sera résolue. Sinon l'un des deux secrétaires désignés la prendra en note (les questions conservées sont soulignées).

d) Extension. A la suite du débat une nouvelle visite de la boulangerie par un seul groupe d'élèves paraît nécessaire. Puis le maître pose la question « Aimerez-vous en apprendre davantage sur quelque chose dont on a parlé à propos du pain » ? Très vite apparaissent spontanément : le problème de la levure et de la fermentation, celui du blé, celui de la farine.

Puis l'on reparle de ce qui a été dit au cours de la discussion qui a permis d'élucider un certain nombre de questions. Par exemple : un élève avait demandé : « quand fera-t-on tout à la machine » ? un autre lui avait alors répondu : « bientôt car il y a déjà eu beaucoup de progrès depuis le début ! ». On a admis alors qu'il fallait s'intéresser à l'histoire du pain.

De même à la question posée : « comment obtient-on la farine ? », un élève a proposé : « Elle vient de Hollande car il y a des moulins à vent ! ». Un autre a rétorqué : « j'ai un cousin, ma mère m'a dit qu'il faisait de la farine avec un moulin à eau ! » et un autre a conclu : « Mais aujourd'hui on ne doit plus la faire comme cela ! ». D'où nécessité d'information : « histoire des moulins » apparaît sur l'organigramme.

Enfin un élève a demandé des précisions sur le pain de seigle, un autre a fait remarquer qu'on mangeait aussi du riz, du maïs, du mil. Renseignons-nous donc sur les céréales comestibles.

Est donc fixé au tableau, une sorte de plan de travail, un organigramme de départ avec les grandes directions de recherches (formulation des « problèmes à résoudre »).



4. EXTENSIONS

Etude de quelques problèmes posés par la visite.

4.1. Organisation

Avant la séance le maître a rassemblé les documents et le matériel indispensables.

Au début de la séance le maître demande à chaque élève de choisir un sujet de l'organigramme. 6 groupes de 3 ou 4 sont constitués librement ; le groupe « 2^e visite de la boulangerie » est trop nombreux et certains élèves acceptent de changer de groupe.

4.2. Le travail des différents groupes

- 2^e visite de la boulangerie : le groupe prépare un questionnaire à l'avance ;
- le blé : enquête auprès d'un fermier à partir de questions rédigées à l'avance ;
- histoire du pain : travail sur documents ;
- céréales comestibles : travail sur documents ;
- histoire des moulins : travail sur documents et construction de maquettes fonctionnelles à l'aide du meccano appartenant à un élève ;
- la levure : les élèves élaborent un protocole expérimental pour déterminer le rôle de la levure dans la « levée » du pain.

4.3. Problèmes posés par l'enquête sur le blé

Elle a été effectuée par un groupe de 4 élèves faibles. L'exposé est réalisé sous la forme de dialogue entre l'un d'entre eux qui pose les questions et les 3 autres. Le compte-rendu semble cohérent mais lorsque le reste de la classe pose des questions il apparaît que les élèves répètent des formules du paysan qu'ils n'ont pas cherché à comprendre : vocabulaire technique (rendement, hectare, hybride) ou expressions caractéristiques de son niveau de langage « le blé vient après les betteraves ». Le groupe a dû chercher des précisions avec l'aide du maître avant de refaire un compte rendu écrit plus précis.

4.4. Le travail de groupe a posé quelques problèmes pratiques

Encadrement des élèves allant faire une enquête ; problèmes de place à l'intérieur de la classe ; certains groupes discutent pendant que des élèves écoutent un enregistrement et que d'autres lisent.

5. OBSERVATIONS GENERALES

La même sortie a été effectuée par 4 classes de la même école (C.E.1, C.E.2, C.M.1, C.M.2) (09.1.k, l, m et n). A tous les niveaux les élèves ont été sensibles aux conditions du travail humain.

Au C.E. ils se sont surtout interrogés sur l'origine des différents constituants du pain et ils ont cherché à comprendre les données de la perception immédiate « comment on fait la croute, à quoi sert la levure, pourquoi la farine est-elle blanche ? »

Les méthodes de travail employés au C.E et au C.M ont été assez voisines : les questions posées par les enfants au cours de la visite ont été enregistrées au magnéophone puis analysées en classe au cours d'un travail de groupe avant d'être soumises à la classe entière.

D. LES CLASSES DE NATURE

1. LES SORTIES EN CLASSE DE MER

L'implantation privilégiée des centres hébergeant des classes de mer, les journées entières (et nuits) dont on dispose pendant un séjour de 2 à 3 semaines, la très grande réceptivité des enfants dépayés permettent un très grand nombre de travaux dans un milieu riche et varié immédiatement accessible (domaine public). La présence simultanée de plusieurs classes harmonisant leurs activités et, dans certains cas, celle d'un directeur permanent aidé d'éducateurs spécialisés connaissant parfaitement la région donnent une très grande liberté dans le choix et l'organisation des sorties par petits groupes accompagnés d'adultes.

Après une étude approfondie des ressources de la côte, après avoir pris connaissance des règles de sécurité propres à la région, après avoir consulté le tableau des heures et coefficient des marées, les maîtres ont la possibilité de prévoir des sorties ou des activités extérieures diversifiées adaptées au terrain et à l'âge des enfants.

1.1. Sorties à pied

1.1.1. *Sorties exploration* - sorties découvertes : au cours desquelles les intérêts naissent et se cristallisent :

découverte de la mer, de la côte, et du ciel, découverte de la vie des hommes.

1.1.2. Sorties de sensibilisation

Ecoute des bruits spécifiques. Certains particulièrement frappants à la nuit tombante : ex. : bruit des vagues, du ressac.

D'autres en tous temps : ex. : guet silencieux, bruits de la zone intertidale exondée, cris et chants d'oiseaux.

Odeurs spécifiques : ex. :

des algues découvertes,
des grottes et surplombs,
du déchargement des poissons et crustacés -
appâts.

Teintes : caractéristiques essentiellement changeantes.

1.1.3. Sorties observation

Du milieu naturel, vers l'écologie marine : des zones rocheuses : rochers, flaques, falaises, des zones sablonneuses : plages, dunes, observation : du milieu humain, des ports, des zones d'activités humaines : annexes chantiers, usines, viviers...

Etant données la proximité des domaines à explorer et la liberté d'accès, les sorties peuvent être répétées à loisir au fur et à mesure de la formulation des questions, des problèmes et des hypothèses. La situation des centres et le rythme de vie rendent possibles des retours fréquents sur le terrain soit au cours d'une même journée (voir rôle de l'exondation et de l'immersion), soit au cours de jours successifs permettant ainsi aux enfants de suivre les manifestations périodiques de la vie marine étroitement tributaire de la marée.

Au cours de ces sorties les élèves observent, dessinent, photographient, enregistrent. La partie la plus importante de l'étude peut se faire sur place.

1.1.4. *Les sorties aux crépuscules et les sorties nocturnes* méritent une attention particulière pour les observations cosmographiques suivies (lever, coucher des astres et planètes, trajectoires...),

pour l'étude des feux et des phares.

1.1.5. Sorties d'expérimentation et de mesures

Prises de témoins - marquages - mesures, en vue d'études écologiques, géographiques, cosmographiques.

1.1.6. Sorties récolte ou pêche à pied

Les enfants y sont sensibilisés à la protection de la nature et rapportent les quelques spéci-

mens indispensables à un complément d'étude en aquarium (bernard-l'ermite, crevettes, balanes, vers, mollusques fouisseurs...).

1.1.7. Sorties enquêtes dans le milieu humain

Ports : bateaux - installations portuaires, phares...,
viviers - établissements d'aquaculture et mariculture...,
usines (conserveries)...,
chantiers, voileries.

1.2. Sorties en bateau

1.2.1. Sortie exploration de la côte.

1.2.2. Sorties d'observation d'îlots - d'écueils - de fonds sous-marins.

1.2.3. Sorties d'apprentissage de la navigation à rames, à voiles, analyse des vents, des courants (en situation).

1.2.4. Sorties pêche à la ligne, au filet, aux casiers

Du C.E. 2 au C.M. 2, ces sorties peuvent se prolonger dans des milieux plus éloignés par des sorties en car ou en bateau permettant de faire les comparaisons entre différents faciès, entre différents types de ports ou d'activités humaines.

Remarque :

a) Pour conduire les travaux d'étude du milieu naturel dans les meilleures conditions possibles, l'idéal est d'arriver en classe de mer quelques jours avant les marées de vives-eaux. Les enfants découvrent ainsi progressivement, de jour en jour, des zones de plus en plus larges, en même temps qu'ils sont sensibilisés au phénomène de la marée. Déjà familiarisés avec les premières zones, ils accéderont, lors des vives-eaux, à la zone des laminaires et des algues rouges riches en espèces réservant des découvertes exceptionnelles et permettant la récolte contrôlée d'animaux s'acclimatant assez bien à la vie en aquarium.

b) Mesures de protection de la nature : les classes de mer constituent une occasion privilégiée pour la découverte des mesures de protection de la nature et leur pratique intelligente :

- respect des plantes fixatrices des dunes et des cordons littoraux ;
- connaissance et respect des espèces protégées ;
- remise en place des rochers soulevés ou retournés ;
- récolte du nombre minimum d'échantillons, prélèvement et élevage dans les conditions qui permettent la survie ; remise en place des espèces après observation ;
- respect du travail humain ; filets, casiers, mouillés, pour les pêcheurs ;
- élimination des déchets qui marquent le passage des visiteurs ;
- écoute silencieuse du milieu.

1.3. Extensions

1.3.1. En classe de mer, le temps dont on dispose et la souplesse d'organisation des journées permettent de donner une place prépondérante aux études à l'extérieur, sur les lieux même d'observation. Cependant, il est souvent utile de les terminer au centre.

Elles peuvent être poursuivies au centre par :

- les observations et les expérimentations en aquarium ;
- la recherche de compléments d'information auprès des éducateurs ou dans les livres de documentation d'une bibliothèque spécialisée.

C'est au centre que sont mis au point les comptes rendus, que sont faites les synthèses.

1.3.2. Certaines sorties seront exploitées à fond, ou leur apport sera étendu après le retour en classe normale (valable pour les C.M. surtout, impossible au C.P.) :

- grâce à des documents de substitution :
photographies,
diapositives, films, livres,
bandes sonores enregistrées,

• grâce à la correspondance interscolaire établie avec les enfants des écoles de la côte explorée et des enfants d'autres régions côtières.

Ces prolongements dont bénéficient les classes de mer d'automne et de début de printemps, n'excéderont toutefois pas le temps raisonnable au maintien naturel de l'intérêt des enfants pour le sujet.

Des expériences faites à l'E.N.F. de Quimper, il ressort que l'intérêt des enfants du C.P. tombe avec le retour dans le cadre de l'école et de la classe habituelles.

Celui des enfants du C.E. 2 subsiste, selon les domaines, un à deux mois.

Ce sont les activités technologiques qui intéressent le plus longtemps les enfants.

Enfin les élèves du C.M. peuvent se passionner pour certains sujets ou certains problèmes pendant des mois, à tel point que les institutrices doivent veiller à freiner certains élans exclusifs de trop longue durée.

Ex. : les phares : trois mois avec recherche historiques, géographiques, construction de maquettes, réinvention de mécanismes.

Les marées et les phénomènes cosmographiques - la lune.

Les oiseaux, quelques exercices au fil des saisons répartis sur l'année scolaire.

Les dunes, extension géographique.

La protection des sites et la protection de la nature : plusieurs exercices au cours de l'année scolaire s'appuient sur l'expérience de la classe de mer.

Les fossiles après séjour à Logonna Daoulas en rade de Brest.

Les bateaux : types - évolution - principe.

Les activités portuaires : extension par visites et par le film au cours de l'année scolaire.

Dans le cas particulier cité, la proximité de la mer à 15 km permet quelques déplacements d'une demi-journée ou d'une journée en cours d'année pour des retours sur la côte à fin d'études complémentaires ou comparées.

2. LES CLASSES VERTES DANS LA REGION AMIENOISE (02.1.c)

2.1. Objectifs

Prise de contact avec le milieu rural (milieu naturel et milieu social) sous forme de 2 sorties d'une journée en utilisant les classes désaffectées des villages. Exploitation des données ainsi collectées au cours des activités d'éveil du trimestre. A l'occasion de cette action : développement du travail d'équipe entre les maîtres et développement des liaisons avec les centres de formation.

2.2. La préparation de l'expérience

2.2.1. La phase préparatoire : automne et hiver 1971

a) La municipalité d'AMIENS accepte de prendre en charge une expérience limitée à quelques classes à condition que les enseignants soient d'accord.

b) Les instituteurs et institutrices sont informés du projet par lettre : on leur présente les grands traits de la classe nature telle qu'une équipe l'avait conçue. L'idée reçoit un accueil très favorable ; 165 maîtres et maîtresses de C.M.2, C.M.1, C.E.2, C.E.1, classes de perfectionnement et transition souhaitent participer sur 220.

c) Notre collègue, M. BOSSEUR, Directeur d'école d'application se rend dans une dizaine de villages afin de consulter les maires et d'étudier les possibilités pédagogiques. Le choix est conditionné par de nombreuses considérations :

- l'acceptation par le Conseil municipal de la localité ; l'accueil fut favorable en général ;
- l'intérêt lié aux disciplines d'éveil ;
- la situation géographique : distance de la ville d'AMIENS (rayon de 20 km), la proximité de deux localités intéressantes (un autocar emporte deux classes).

2.2.2. La phase décisive

a) Au cours d'une réunion de travail à la Mairie d'AMIENS le choix de deux situations est

arrêté (réunion à laquelle participent enseignants et représentants de la Municipalité). Les élèves de 60 C.M. 1 et C.M. 2 iront dans deux villages voisins, l'un dans la vallée de la Somme, l'autre sur le plateau picard.

b) *L'équipe d'animateurs de l'E.N.* se rend sur les lieux :

- Un groupe prend contact avec le Maire du village et visite la salle de classe : matériel disponible : tables, chaises, chauffage de la pièce.

Le problème de la location sera traité avec la municipalité d'AMIENS ; on évalue les dépenses à engager pour remettre en état : nettoyage, peinture, chauffage...

- Un autre groupe fait une enquête dans le village (fermes, artisans) et dans la campagne environnante, l'accueil favorable de la population est de bon augure.

c) Les contacts sont pris ensuite avec l'Inspection académique, les I.D.E.N., l'Office Central de Coopération à l'école et le C.R.D.P. 2 remplaçantes sont mises à la disposition pour la durée des classes vertes et affectées à l'une des écoles ; grâce à leur connaissance du milieu elles pourront apporter une aide matérielle et pédagogique aux maîtres.

— Le C.R.D.P. a fourni en prêt appareils de photo et magnétophones.

d) *Un dossier adressé dans chaque école à chaque maître participant apporte :*

— le calendrier des sorties : deux classes par jour, 8 classes par semaine ;

— les suggestions concernant :

- la préparation de la sortie ;
- la sortie elle-même : le trajet, les recommandations indispensables (propreté, respect de la nature, des récoltes...) ;
- l'exploitation de cette sortie.

e) *La cantine municipale prépare des repas froids* qui sont acheminés jusqu'à l'école du village, moyennant une faible participation financière des familles (2,50 f par enfant).

2.3. Les sorties du printemps 1972

a) *Une sortie préliminaire* rassemble les formateurs de l'E.N. et les maîtres qui désirent préparer leur sortie ; des cartes topographiques, documents de travail sont distribués sur place.

Par ailleurs, chaque mercredi matin, les remplaçantes reçoivent les maîtres à l'O.C.C.E. d'abord, au C.R.D.P. ensuite et les informent des possibilités offertes par la commune d'accueil.

b) *Les sorties avec les enfants* ne posent guère de problèmes :

— Les maîtres peuvent utiliser le car jusqu'à 11 h ; aussi les arrêts au cours du trajet donnent de larges possibilités d'études historiques, géographiques...

— Les artisans, les agriculteurs, les éleveurs reçoivent avec plaisir nos jeunes citadins ; les portes s'ouvrent, les enfants sont attendus. Que de scènes touchantes par leur simplicité ! Un vrai dialogue s'installe, la vie renaît dans les rues, les champs.

— Les repas créent l'ambiance entre maître et élèves.

— Les remplaçantes remplissent en fin de journée une *fiche de renseignements* à l'usage des organisateurs. Aucun accident pour nos 1 600 élèves.

c) Les villageois signalent, le dimanche, une fréquentation anormale de visiteurs étrangers : nos écoliers veulent faire profiter leurs parents des bienfaits, des apports des classes nature. Tout cela est bien sympathique.

d) *Une enquête-bilan* de l'expérience, en juin, apporte :

- les éléments de satisfaction des maîtres,
- leurs difficultés ; des suggestions sont retenues pour les expériences suivantes.

Un bilan financier fait apparaître une dépense de la municipalité amiénoise de 5 448,82 F pour 60 classes, soit environ 1 600 élèves, soit une dépense inférieure à 3,50 F par enfant transporté.

e) Une dernière phase enfin : les jeunes d'âge scolaire de ces villages accueillants sont invités en

ville ; ils sont conduits au zoo, à la Maison de la Culture, à la piscine, la patinoire...

2.4. Les sorties d'automne

2.4.1. Quatre situations au lieu de deux vont permettre à 103 maîtres volontaires de participer avec leur classe aux sorties soit près de 3 000 élèves.

2.4.2. L'organisation matérielle est sensiblement la même :

- 4 remplaçantes sont détachées par l'Inspection académique.

- 2 autocars transportent chaque jour 4 classes.

- La cantine municipale fournit des repas chauds.

- Chaque groupe dispose d'un matériel plus étoffé : appareil photo, magnétophone, loupes et boussoles, valise avec collection de petits livres de détermination.

2.4.3. Il s'avère nécessaire de créer au C.R.D.P. un support pédagogique plus substantiel :

- une exposition avec travaux d'élèves, photos...

- des dossiers documentaires étoffés grâce au concours d'une équipe de professeurs d'Ecole Normale et prêtés aux utilisateurs.

2.4.4. Une réunion de synthèse au C.R.D.P. rassemble 51 maîtres et maîtresses qui font le bilan de leur expérience ; il faut noter l'attachement des enseignants à ces sorties au cours desquelles chacun innove poussé par la joie de vivre des enfants.

Les Inspecteurs départementaux soutiennent cette action qui fait appel aux initiatives personnelles. Avec l'appui d'une publication qui est destinée aux classes élémentaires, le bilan pédagogique apparaîtra d'ici peu, positif (1).

2.4.5. Signalons enfin que la Fédération des parents d'élèves, la Fédération des Agriculteurs, le Comité Régional de l'environnement s'intéressent et soutiennent le développement de ces classes vertes.

(1) Voir la parution du bulletin n° 4 « Ecole d'aujourd'hui » en mai-juin 1973.

V. - ÉVALUATION

I. GENERALITES

1.1. Définition de l'évaluation

Le souci de l'évaluation représente une des préoccupations majeures du maître tout au long de son activité pédagogique : il lui est nécessaire en effet de connaître l'impact de son travail sur les enfants, de porter un jugement sur l'efficacité de son action pédagogique afin de pouvoir la modifier en conséquence. A partir de divers indices comme le niveau de bruit dans la classe, l'attitude interrogative, perplexe ou somnolente des élèves, l'obtention de plusieurs réponses erronées sur des points qui accrochent..., le maître modifie, ajuste son action aux élèves : il reformule, fournit d'autres exemples, introduit d'autres modes d'approche d'une notion, favorise d'autres méthodes de travail... Mais cette évaluation reste le plus souvent subjective, du domaine de l'impression, basée parfois sur les réactions des « têtes de classe », le terme même d'évaluation étant dans son emploi courant réservé au contrôle des connaissances, que l'on organise à la fin d'un travail.

Nous définirons l'évaluation plus largement comme « un jugement porté à partir de critères objectifs sur l'efficacité de l'action d'un individu, d'une méthode, d'un système, et destiné à soutenir des décisions sur l'action ultérieure ». Il ne s'agira plus alors de classer les enfants les uns par rapport aux autres ou par rapport à une norme établie de l'extérieur, mais de rechercher dans quelle mesure les objectifs fixés au départ (objectifs conceptuels, méthodologiques, ou objectifs de développement de l'enfant) ont été couverts par l'action pédagogique du maître et quelles sont les modifications à apporter à cette action pédagogique pour une plus grande efficacité ; parallèlement, la notation prendra pour les élèves une signification nouvelle, non plus synonyme de constat plus ou moins arbitraire du maître sur leurs connaissances et savoir-faire, mais infor-

mation plus objective sur leur niveau, leurs progrès, facteur d'encouragement.

1.2. Quels types d'informations peut apporter l'évaluation ?

- Elle fournit au maître des informations qui lui permettront d'apporter une amélioration à sa pédagogie : le maître peut se situer à deux niveaux pour évaluer son action pédagogique :

- à un niveau d'évaluation ponctuelle, pendant ou après un travail sur un sujet, afin de contrôler le détail de l'action pédagogique ; cette évaluation aura surtout pour but de modifier le déroulement du travail en cours et de mesurer l'acquis conceptuel des enfants ;

- à un niveau d'évaluation globale, après l'étude de plusieurs sujets ou en fin d'année, cette évaluation mesurera plus particulièrement le progrès des enfants sur le plan méthodologique (faculté d'observation, d'expérimentation, séparation de variables...) et le changement d'attitude de l'enfant suscité par l'enseignement ; l'étude du climat de la classe, l'observation de la classe apporteront en outre au maître des renseignements complémentaires sur les enfants, sur sa propre attitude pédagogique.

Ces deux types d'évaluation ont des portées différentes : l'évaluation ponctuelle permettra au maître d'améliorer le détail de l'action pédagogique, de modifier le rythme de déroulement du travail, s'il s'aperçoit par exemple que la recherche des enfants n'a pas été assez approfondie sur un aspect, ou que subsistent des représentations enfantines qui font obstacle à la compréhension et à l'acquisition d'un concept.

L'évaluation globale permettra à l'enseignant de contrôler le niveau de réalisation des objectifs fixés au départ et de faire un bilan des acquisitions de l'enfant, bilan destiné au maître qui suivra les enfants l'année suivante. S'il constate que les enfants ne maîtrisent pas une technique ou ne manifestent pas les changements espérés, l'évaluation globale lui permettra de mettre en question les objectifs qu'il s'était fixés au départ, de les reformuler pour qu'ils soient plus adaptés à la classe, au niveau des enfants, ou encore de modifier la méthode pédagogique employée initialement.

- Elle fournit aux élèves des informations qui pourront les amener progressivement à une auto-évaluation : les enfants auront, grâce à l'évaluation, les moyens de connaître leurs besoins et possibilités à un moment donné, et les moyens de suivre leur propre progression par rapport à leurs propres objectifs, par rapport aux objectifs du maître, par rapport au groupe d'élèves dont ils font partie.

1.3. La démarche d'évaluation

1.3.1. Il est nécessaire en premier lieu de préciser :

— *Qui fera cette évaluation :*

Le maître ou des personnes étrangères à la classe (il nous paraît indispensable que le maître participe activement à la phase d'évaluation du fait de sa connaissance des élèves et du déroulement des séances de travail ; par ailleurs un aspect fondamental de la rénovation pédagogique est la possibilité de faire appel à un observateur extérieur, membre de l'équipe pédagogique qui disposerait d'instruments permettant de donner un jugement objectif de ce qui se passe dans la classe, ceci afin d'apporter aux réunions de concertation matière à des échanges sur des problèmes pédagogiques précis de méthode et non plus seulement de contenu).

— *A quel moment elle se fera :*

- en fin de thème, visant alors la recherche des acquisitions précises opérées lors du travail sur ce thème par rapport aux objectifs fixés,
- en fin d'année, visant les objectifs généraux.

1.3.2. On peut distinguer trois temps dans la démarche d'évaluation :

a) *La recherche des objectifs de l'enseignement.*

La pédagogie de la découverte est en effet une pédagogie des objectifs et elle suppose que toute action pédagogique soit sous-tendue par un certain nombre d'objectifs précis, définis en terme de comportement : quelles méthodes de travail les enfants devront-ils savoir utiliser au moment de l'évaluation... Quelles connaissances les enfants devront-ils maîtriser, avec quel niveau de compréhension... Quels changements attendons-nous chez les enfants...

b) *Le choix des instruments propres à évaluer ces objectifs et l'élaboration de ces instruments :* épreuves écrites sous forme de questionnaires ou de devoir ; épreuves « en situation », l'élève effectuant alors un travail d'expérimentation, de documentation, d'observation ; grilles d'observation de l'élève en activité de classe ; questionnaires d'attitudes, d'intérêts auprès des élèves, des parents d'élèves...

Chaque instrument d'évaluation permet en effet de mesurer une certaine gamme d'objectifs, il est donc nécessaire de bien analyser l'instrument et les possibilités qu'il offre avant de le choisir pour mesurer comment ont été atteints des objectifs précis.

Le choix étant fait, il s'agit alors de construire cet instrument de sorte qu'il soit réellement pertinent par rapport à ce qu'il veut mesurer : les questions d'un contrôle de connaissances cernent-elles bien le concept dont elles veulent mesurer la maîtrise ; les indicateurs de la grille d'observation sont-ils révélateurs des comportements visés par l'observation, les questions posées aux enfants apportent-elles des informations utilisables en ce qui concerne l'impact de la méthode de découverte ou l'ouverture des enfants au monde extérieur ?...

c) *L'analyse et l'exploitation des résultats* (aux deux niveaux, qualitatif et quantitatif). Cette analyse conduit à une description du niveau

réel des élèves par rapport au niveau présumé ; elle conduit par ailleurs :

- à une critique de la pédagogie (est-elle adaptée aux objectifs et aux élèves ?),
- à une critique des objectifs pédagogiques (correspondent-ils réellement aux possibilités des élèves, sont-ils trop ambitieux ?),
- à une critique des instruments de mesure (permettent-ils de mesurer ce que l'on veut mesurer, la formulation des questions est-elle claire, les questions sont-elles précises ?...).

1.4. Les différentes modalités possibles

Nous nous proposons de fournir ici à titre d'exemple et pour information, non pas à titre de modèle, un échantillon d'épreuves et méthodes d'évaluation relativement vaste (évaluation de l'acquis conceptuel, de l'acquis méthodologique, du changement d'attitude de l'enfant, du climat de la classe) réalisées dans nos classes expérimentales du C.P. au C.M. 2 et dans les classes expérimentales des projets américains S.C.I.S. et E.S.S., accompagnées à l'occasion de commentaires relatifs à la construction de l'épreuve, à son mode d'exploitation ou aux conditions de son utilisation.

Pour l'ordonnancement de cette présentation, nous avons regroupé les épreuves sous deux rubriques générales, en fonction des méthodes mises en œuvre :

- l'évaluation par épreuves auprès des enfants,
- l'évaluation par objectivation d'observations et d'enquêtes.

2. L'EVALUATION PAR EPREUVES AUPRES DES ENFANTS

2.1. Généralités

Elle peut se faire à l'aide de techniques très diverses :

- questionnaires :
- à questions fermées,

à questions à choix multiples,

à questions ouvertes,

- analyse de productions libres d'enfants,
- dessins à compléter, annoter...

Dans les questionnaires « fermés », la réponse demandée au sujet peut être :

- un choix entre oui et non,
- la production d'un mot (un seul étant valable),
- le choix entre plusieurs réponses préformées.

La construction de ces questionnaires fermés est un travail délicat et difficile ; l'analyse et l'expérimentation permettent d'éviter un certain nombre d'écueils :

- dans le cas des réponses par oui ou par non, il s'agit que les questions soient suffisamment nombreuses pour éclairer tous les aspects du problème et bien cerner la compréhension de l'enfant ;
- dans le cas des questions qui demandent du sujet la production d'un mot, il faut que le contenu dont on teste l'acquisition soit découpé en minuscules tranches et qu'un seul terme puisse correspondre au texte présenté (par exemple : comment appelle-t-on la glace qui se forme à la surface de la mer dans les régions polaires, une seule réponse peut être admise : la banquise) ;
- dans le cas des questions à choix multiples, questions plus ouvertes que les précédentes, l'exigence est que toutes les réponses offertes à l'enfant soient également plausibles (il est conseillé de construire les choix multiples à partir des réponses erronées recueillies auparavant auprès des élèves) et qu'une seule réponse soit acceptable.

Voici un exemple de mauvaise question à choix multiples, extrait de documents étrangers :

les propositions sont aberrantes ;

les questions reposent sur un jeu de mots à partir d'un verbe :

« rétablis l'ordre exact :

- le cheval tire les chaussettes,
- la mère tire le fil électrique de la canalisation,
- l'aimant attire la voiture,
- l'électricien attire les abeilles,
- la fleur attire le fer ».

(Exercice proposé après une unité de physique en C.M. 2).

Les questions à choix multiples (Q.C.M.) permettent des réponses beaucoup plus complexes que les questions fermées et peuvent faire intervenir un raisonnement assez élaboré, mais elles sont difficiles à mettre au point et ne testent de toutes façons qu'un nombre restreint d'objectifs.

• Les questions ouvertes (réponse libre de l'enfant dans un blanc aménagé à cet effet) restent nécessaires pour évaluer tous les objectifs mettant en jeu la créativité et l'intelligence divergente, ou encore lorsqu'on veut cerner la démarche intellectuelle des élèves.

Aussi rencontre-t-on souvent des questionnaires comportant des questions ouvertes ou tout au moins combinant questions ouvertes et questions fermées. Pour ce qui est de la correction de ces épreuves, il est nécessaire que le maître ait au moins à l'esprit les critères qu'il utilisera pour évaluer les productions de l'enfant, critères qui pourront être remaniés à la lecture des travaux, surtout dans le cas des questions très ouvertes, et qui serviront à l'établissement d'une grille de correction : il est important que, de même que ces épreuves d'évaluation sont élaborées en regard des objectifs poursuivis pendant les séances de travail, de même les critères de jugement soient clairs pour le maître au moment de leur construction : que veut mesurer le maître et en quoi la mesure opérée lui fournira les informations sur ce qu'il cherche. Un autre aspect important est la nécessité de procéder à une exploitation qualitative des données, outre l'exploitation quantitative ; on acquiert ainsi un grand nombre d'informations sur les obstacles que rencontrent les enfants, l'origine de leurs échecs et donc les points à reprendre, à réapprofondir dans les séances à venir.

2.2. Evaluation de l'acquis conceptuel

Exemple 1 (21.1.c)

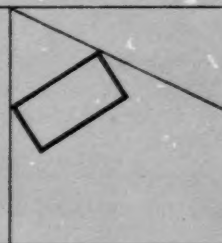
L'épreuve qui suit mesure les acquisitions des enfants après un travail sur les pinces et les leviers. Les questions n'y sont pas strictement fermées, mais la marge de liberté laissée aux enfants dans leurs réponses est mince : schémas à compléter sur le plan fonctionnel ; exemples à fournir tirés

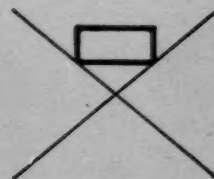
de l'expérience pratique de l'enfant, opérations de classement ; par ces différentes formes d'activités proposées à l'enfant, le maître tente de cerner la compréhension que celui-ci a du mécanisme du levier :

OBSERVATION (test)

(1) A quels instruments ou outils (tu peux en indiquer plusieurs chaque fois) te font penser les schémas suivants : (donne tes réponses sur les lignes au-dessous) :







(2) Sur les schémas de l'exercice n° 1, tu dois placer :

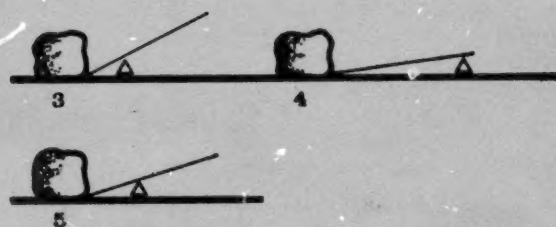
- les axes (représente-les ainsi : 0),
- là où les flèches indiquent où et dans quel sens on doit forcer pour faire agir l'instrument.

(3) Un carrier veut lever un bloc de pierre représenté par le schéma ci-dessous. Il possède une barre de fer et une cale. Complète le schéma pour montrer comment il procède. Marque la flèche de force



Si tu as d'autres solutions, tu peux faire d'autres schémas.

(4) Le carrier fait plusieurs essais en déplaçant la cale. Ces essais sont représentés dans les schémas 1, 2, 3, 4, 5. Dans le tableau du bas, classe ces essais en commençant par celui où l'effort le plus grand est à fournir :



de l'effort le plus grand → à l'effort le plus faible

(5) Dans le schéma n° 2, où est placée la cale ? (tu peux faire des mesures si tu veux) :

Imagine maintenant que, dans l'expérience du schéma n° 2, on enlève la pierre mais on laisse la barre sur sa cale. Dessine alors ci-dessous la barre sur sa cale sans la pierre (n° 2). Réfléchis bien.

A quel instrument te fait penser le schéma que tu viens de dessiner :

(6) Les divers instruments étudiés (ciseaux, pinces, etc...) ont-ils des propriétés communes ? Réponds en complétant le tableau (trouve les mots les plus précis que tu pourras pour décrire ces instruments).

	Schémas de ces outils	Ils ont en commun	Ils servent à
Les ciseaux			
La pince universelle ..			
Le casse-noix			
La pince du dentiste ..			
L'outil du carrier			

(7) Quel instrument, que nous n'avons pas encore étudié mais qui a des ressemblances avec ceux dont nous venons de parler, pourrions-nous étudier dans les prochaines séances ?

Exemple 2 (12.2.b)

Un exemple d'épreuve de contrôle où questions ouvertes et fermées se conjuguent, les premières approfondissant les secondes, nous est fourni dans un compte rendu d'un travail ayant pour titre « le poisson », effectué en C.E. 2 : les enfants s'étaient intéressés successivement au déplacement du poisson (rôle des nageoires et de la forme de l'animal), à sa nutrition (influence de la forme de la bouche et de la mâchoire sur le régime alimentaire) et à sa reproduction.

A - Le déplacement :

5 photos de poissons ont été affichées au tableau avec les n° 1, 2, 3, 4, 5 (turbot, esturgeon, perche, soleil, goujon, tacciaud).

Les élèves sont invités à observer attentivement les poissons et à classer ceux-ci selon ce critère : « quel est celui qui pourrait aller le plus vite ? ». Les élèves sont invités à donner les raisons de leur classement.

B - La nourriture :

2 poissons naturalisés, carrelet et brochet ont été mis devant les élèves.

Ceux-ci sont invités à les observer et à réfléchir sur ce que pourrait manger chacun.

C - La reproduction :

4 vases A - B - C - D ont été dessinés au tableau. Dans le vase A, un pisciculteur met les œufs non fécondés d'un poisson x.

Dans le vase B, un pisciculteur met la laitance d'un poisson y.

Dans le vase C, un pisciculteur met les œufs non fécondés d'un poisson z.

Dans le vase D, un pisciculteur met les œufs non fécondés d'un poisson z.

On prend un peu de contenu A et on le met dans les bœaux B, C, D, etc.

Faire le travail sous forme de tableau et mettre une croix là où il y a fécondation.

	A	B	C	D
A				
B				
C				
D				

Exemple 3 (15.1.a)

Dans l'épreuve de contrôle qui suit, épreuve proposée à une classe de C.E. 2 après un travail sur les dents, on demande aux enfants d'appliquer à un nouveau matériel les connaissances qu'ils ont acquises pendant les séances d'activités d'éveil : ils doivent interpréter individuellement des radiographies nouvelles de dents, une grande liberté leur étant alors laissée au niveau de la méthode de travail et au niveau du type de production à élaborer ; dans une seconde phase, les enfants observent des têtes osseuses d'animaux ayant des régimes alimentaires différents et doivent rechercher les ressemblances et les différences avec les dentitions étudiées précédemment (hypothèses et non conclusions).

Exemple 4 (09.3.c)

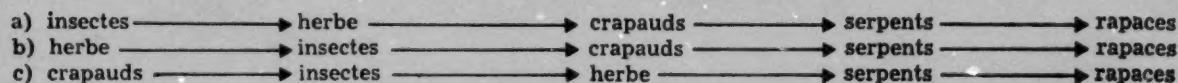
Un travail de classement peut encore permettre d'évaluer un acquis : ainsi l'épreuve qui suit, élaborée pour des enfants de C.M. 1, à la suite d'un travail intitulé : « de la fleur au fruit ».

On donne à chaque enfant des morceaux de papier bristol sur lesquels sont dessinés les principaux stades de transformation de la fleur en fruit, représentant d'abord la plante étudiée dans la classe (vesce) puis deux autres plantes, sans jamais les nommer. On demande aux enfants d'établir la mise en ordre de ces stades de développement pour chaque plante.

Exemple 5 (07.1.m)

L'épreuve qui suit (après un travail au C.M. 2 sur les chaînes alimentaires) demande aux enfants deux autres types d'activités ; dans la première question, on leur demande d'abord une analyse critique de ce qui leur est présenté puis une production personnelle :

1) Voici plusieurs chaînes alimentaires proposées aux enfants :



Ces chaînes sont-elles correctes ? Pourquoi ?

Ecris une autre chaîne possible.

Dans la seconde question, les enfants doivent déduire les conséquences d'une action de l'homme sur le milieu :

2) Suppose que l'homme ait mis des produits chimiques dans le champ pour détruire les insectes :

a) Que deviendra alors l'échafaudage que tu as fait avec tes 5 cases ?

b) Selon toi, que risque-t-il de se passer dans la nature ?

Exemple 6 (14.1.d)

Un tout autre type de contrôle peut se faire à l'occasion d'un exercice de création : à la suite d'un travail sur le corps et plus spécialement sur « les articulations » et sur « où vont les aliments que nous mangeons ? », au C.E. 1, on demande aux enfants d'élaborer individuellement des maquettes : bonhommes en carton, avec les articulations et avec des collages matérialisant le tube digestif, le trajet des aliments, et le rôle des organes.

Exemple 7

Dans le même axe, après un travail sur l'élevage des chenilles au C.P., en supposant que la connaissance acquise par les enfants est la transformation de la chenille en papillon, on peut contrôler ainsi cette acquisition :

— raconte ce que peut répondre la chenille à un criquet qui lui dit : « tu es bien laide »,
ou :

— dessine l'histoire du papillon.

2.3. Evaluation de l'acquis méthodologique

Le même type d'épreuves peut-être présenté aux enfants dans le but de contrôler l'acquisition d'une technique :

Exemple 1 (09.1.)

Ainsi une épreuve de contrôle présentée aux enfants quelques mois après un travail d'approche de la notion de peuplement forestier et de la notion de facteurs de végétation comporte une première question, qui met en œuvre chez les enfants les mêmes activités que l'épreuve sur les chaînes alimentaires, et dont le but est de vérifier si les enfants ont bien maîtrisé la technique de la mesure d'un peuplement (C.M. 2) :

Voici les listes d'arbres établies en forêt par une classe :

1^{re} liste : noisetiers, sapins, eubépinés, chênes, frênes.

2^e liste : charmes, châtaigniers, chênes, hêtres, frênes.

3^e liste : hêtres, frênes, chênes, pins, noisetiers, charmes.

4^e liste : charmes, frênes, chênes, érables, peupliers, noisetiers.

Que nous apprennent ces listes ?

N'y aurait-il pas moyen de les refaire différemment, de façon à savoir plus de choses sur cette forêt ?

Exemple 2 (Recherche pédagogique n° 55, p. 173)

Un autre exemple d'épreuve, contrôlant si les enfants savent utiliser un système de symboles, nous est fourni dans les épreuves bilan de biologie de

fin de 6^e ; il s'agit d'un exercice sur l'alimentation du renard qui propose aux enfants quatre types d'activités :

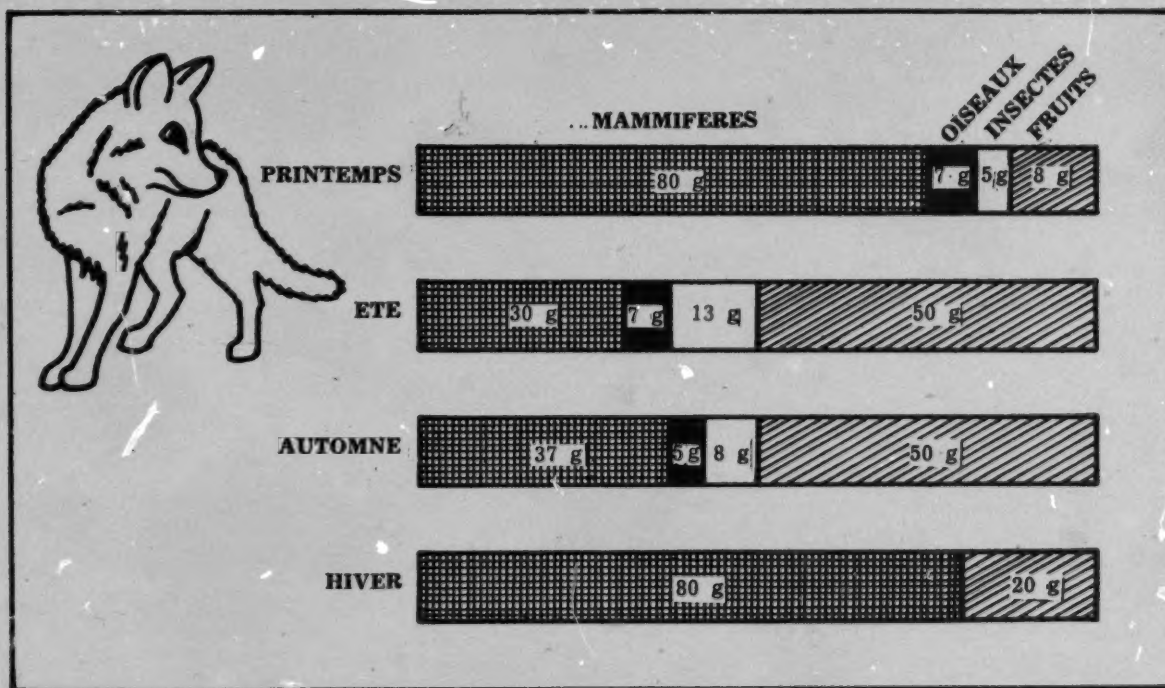
- lecture d'un diagramme établi ;
- compréhension du principe du diagramme établi ;
- construction d'un autre type de diagramme ;
- interprétation biologique du diagramme.

L'ALIMENTATION DU RENARD

Les quatre diagrammes ci-dessous vous montrent l'alimentation d'un Renard à chaque saison.

Ils vous indiquent, pour 100 grammes d'aliments mangés par le Renard :

- le poids de MAMMIFERES (rectangles quadrillés)
- le poids d'OISEAUX (rectangles noirs)
- le poids d'INSECTES (rectangles blancs)
- le poids de FRUITS (rectangles hachurés)



PREMIERE QUESTION

On dit que le Renard mange uniquement des animaux.

En observant ces diagrammes, dites si cette affirmation vous semble parfaitement exacte. Pourquoi ?

.....
.....
.....
.....

DEUXIEME QUESTION

Vous remarquez sur les diagrammes que le régime alimentaire du Renard ne reste pas identique au fil des saisons.

Quel est l'aliment principal du Renard au printemps ?

Répondez ci-dessous en mettant une croix dans la case que vous choisissez.

MAMMIFERES	☐
INSECTES	☐
OISEAUX	☐
FRUITS	☐

Quel est l'aliment principal du Renard en été ?

MAMMIFERES	☐
OISEAUX	☐
INSECTES	☐
FRUITS	☐

TROISIEME QUESTION

Que voyez-vous de particulier dans le régime alimentaire du Renard pendant l'hiver ?

.....
.....
.....
.....

QUATRIEME QUESTION

Pourquoi la quantité d'insectes consommés par le Renard change-t-elle au cours des saisons ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

CINQUIEME QUESTION

Le diagramme permet-il de savoir si le Renard mange le même poids d'aliments au printemps, en été, en automne, en hiver ?

Répondez par OUI ou NON, et expliquez pourquoi.

OUI |

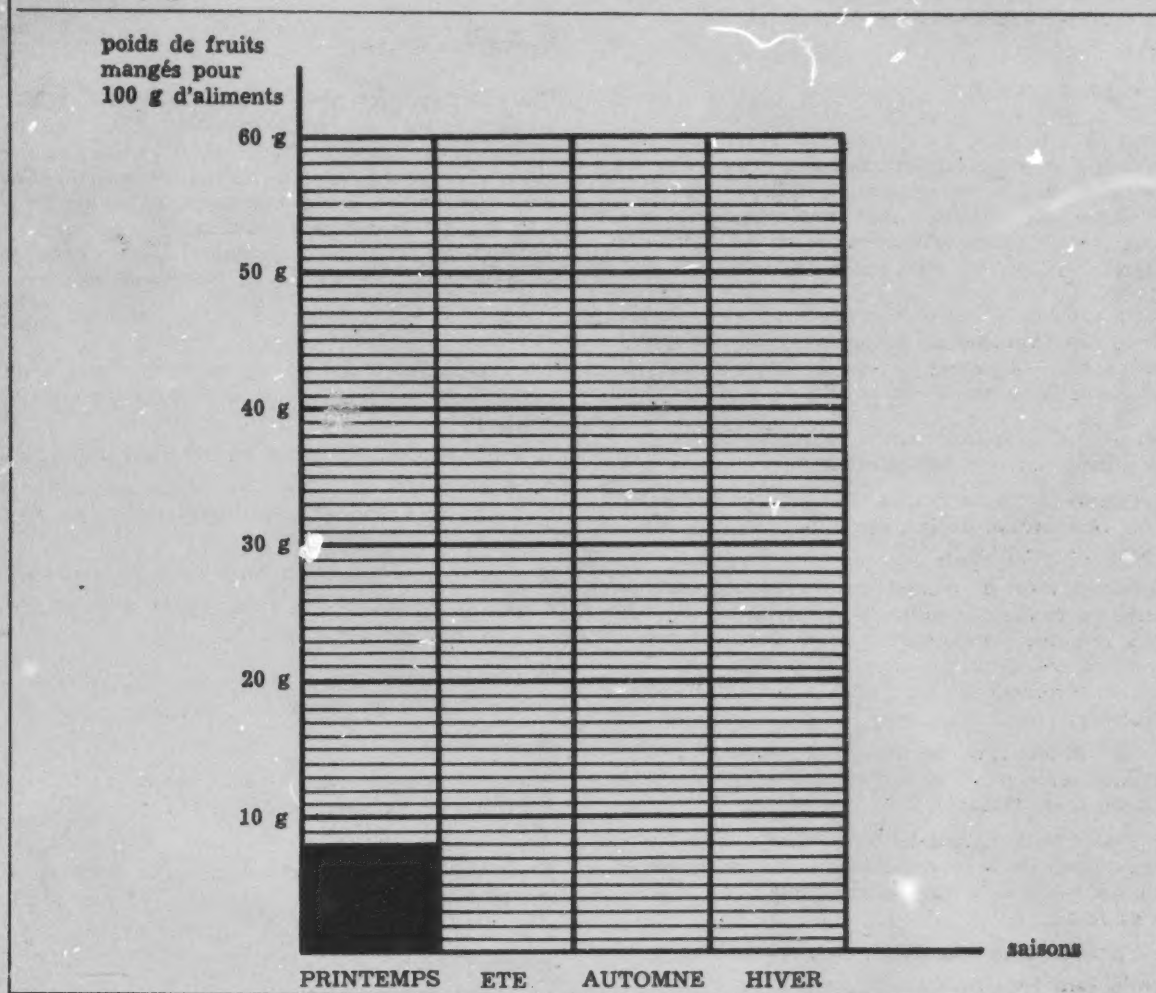
NON |

.....
.....
.....
.....
.....
.....

SIXIEME QUESTION

Vous allez maintenant compléter un deuxième diagramme qui montre l'importance des fruits dans le régime alimentaire du Renard selon les saisons.

Ce diagramme a été commencé. Terminez-le de la même façon en vous servant de celui de la première page.



SEPTIEME QUESTION

Vous avez maintenant construit ce diagramme.

Imaginez pourquoi la quantité de fruits consommés par le Renard change au cours des saisons.

.....

.....

.....

D'autres épreuves contrôlent l'acquisition d'une certaine méthode de travail chez l'enfant : méthode d'observation, capacité à séparer des variables, à utiliser un raisonnement expérimental..

Exemple 3 (04.2.g)

Ainsi dans un C.E. 2 où l'on avait étudié par observation le bourgeon, un exercice libre a été proposé aux enfants trois jours après la fin des activités en classe, afin d'évaluer les connaissances des enfants, leur méthode d'observation et leur aptitude à rendre compte de leurs observations :

Chaque élève a entre les mains un rameau de tilleul et un rameau de micocoulier. Aucune question ne leur est posée ; on leur demande un travail individuel libre sur ces échantillons.

Les critères d'appréciation du travail effectué par les enfants ont été les suivants :

— finesse de l'observation (ouverture du bourgeon, observation de la disposition, du point d'attache, des écailles...),

— organisation du compte rendu (aucune organisation ; organisation en étudiant successivement les deux rameaux ; organisation en étudiant comparativement les deux rameaux ; disposition des rameaux, comment ils sont faits, comment ils sont attachés),

— les différentes formes d'expressions (texte comme forme privilégiée d'expression, dessin privilégié, texte illustré),

— l'exactitude et la fidélité du dessin d'observation (dessin de la disposition du bourgeon sur le rameau, place du bourgeon par rapport à l'attache de la feuille),

— l'interprétation du dessin d'observation :

dessin sans titre ni légende,

dessin bien titré mais sans légende,

dessin sans titre avec légende,

dessin avec titre et avec légende...,

— la qualité de l'expression (par exemple concision),

— la présence d'une comparaison avec l'étude du bourgeon de marronnier faite précédemment.

On constate ici l'importance du nombre et de la variété des critères retenus par l'institutrice afin

d'évaluer dans toutes ses dimensions le travail des enfants.

Exemple 4 (20.1.a)

Une autre épreuve, présentée aux enfants de C.M. 2 après l'étude du comportement d'un animal commun, « le cloporte », contrôle à la fois l'acquisition conceptuelle et l'acquisition méthodologique des enfants car la première réponse exige que l'enfant dégage les différents facteurs de variations et les analyse, alors que la seconde question contrôle l'acquisition de techniques de représentation graphique.

1 - L'institutrice donne aux élèves un plan schématique de son jardin, sur ce plan figurent 8 endroits :

1) sous le balcon, gros cailloux recouverts de plantes grimpantes,

2) limite du balcon et de la plate-bande avec gros cailloux,

3) plate-bande nue recouverte de feuilles mortes,

4) pot de fleur retourné sur cette plate-bande,

5) plate-bande avec rosiers,

6) chemin dallé,

7) rocaille recouverte de lierre,

8) gazon.

Dites pour chaque endroit si nous pouvons y trouver des cloportes et pourquoi ?

2 - Une élève recherchant des cloportes en a trouvé :

5 dans la mousse,

0 dans l'herbe,

7 dans les débris de feuilles,

6 dans du bois pourri.

Comment peut-elle représenter ces résultats ?

Exemple 5 (Recherche pédagogique n° 55)

Enfin, un dernier exemple de contrôle d'acquisition de méthodes, portant cette fois sur la démarche expérimentale, nous est fourni par les épreuves

bilan de biologie de fin de 6^e : quatre types d'activités sont demandés aux élèves dans ce but :

a) un aspect « créativité » (conception d'hypothèses, conception d'expériences),

b) un aspect « technique » (réalisation concrète d'un montage expérimental déjà défini, transfor-

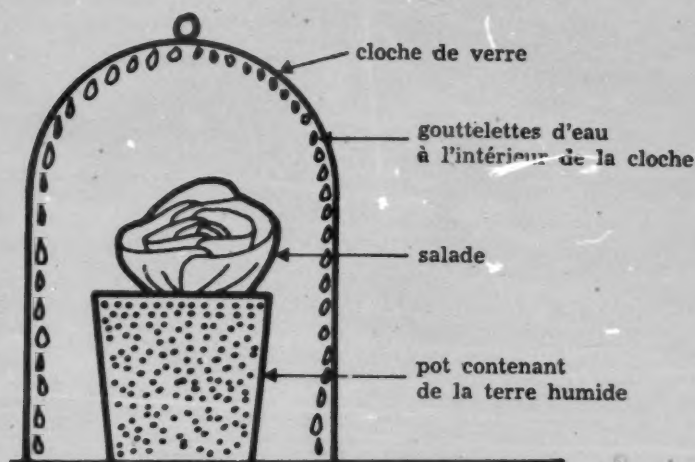
mation d'un montage pour s'adapter au matériel existant),

c) un aspect « raisonnement » (interpréter un résultat pour en tirer les conclusions),

d) un aspect « critique » (critique d'un montage et mise en évidence des limites d'une expérience).

UNE EXPERIENCE SUR LA SALADE

Le schéma ci-dessous correspond à l'expérience qui vous est présentée sur le bureau.



PREMIERE QUESTION

Des gouttelettes d'eau se sont déposées sur la face inférieure de la cloche de verre. D'où peuvent venir ces gouttelettes ?

Il y a plusieurs origines possibles. N'écrivez qu'une seule réponse par case.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEUXIEME QUESTION

Vous venez d'écrire deux ou trois possibilités.

En voici deux :

- 1) la buée peut venir de la plante,
- 2) la buée peut venir de la terre du pot.

Si vous avez donné d'autres réponses, elles sont peut-être logiques elles aussi.

Dites maintenant comment il faudrait modifier l'expérience pour savoir avec certitude d'où viennent les gouttes d'eau.

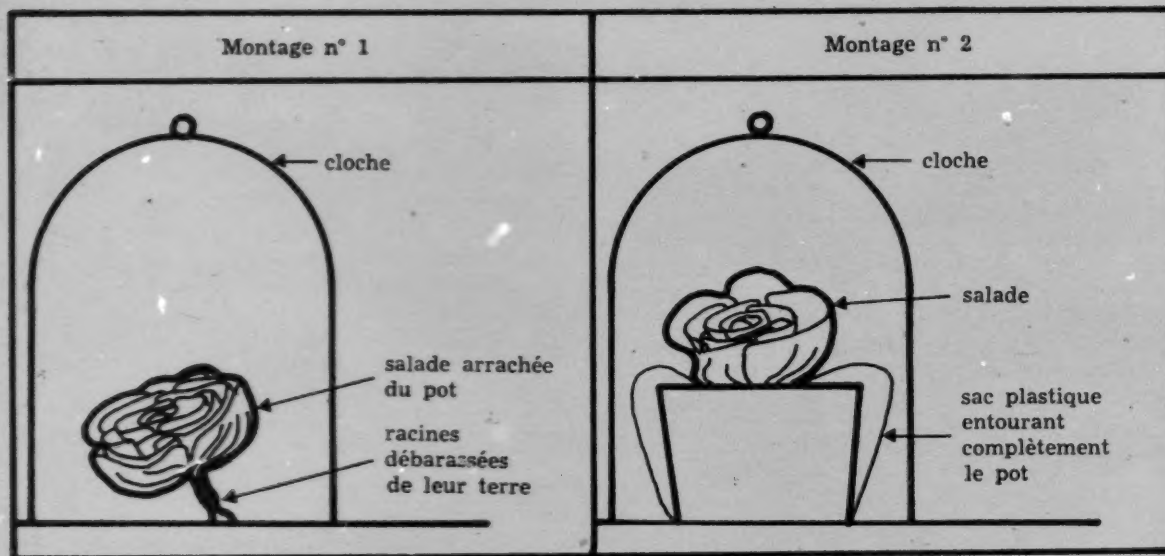
Répondez dans les cases ci-dessous soit par un texte, soit par un dessin accompagné de légendes.

Comment modifiez-vous
l'expérience pour savoir si
l'eau vient de la plante ?

Comment modifiez-vous
l'expérience pour savoir si
l'eau vient de la terre du
pot ?

TROISIEME QUESTION

Pour savoir si l'eau vient de la plante, deux élèves ont proposé deux montages d'expériences différents.



Lequel de ces deux montages vous semble le meilleur pour vérifier que l'eau peut provenir de la plante ?

le montage n° 1

Pourquoi avez-vous choisi ce montage ?

.....

.....

.....

.....

Pourquoi n'avez-vous pas choisi l'autre montage ?

.....

.....

.....

.....

2.4. Evaluation du changement d'attitude de l'enfant

Une équipe de recherche a tenté de mettre au point un instrument pour évaluer la curiosité de l'enfant : 3 objets disposés sur une table sont présentés à l'enfant ; celui-ci est invité à regarder, toucher, manipuler et choisir deux des trois objets (qui sont ici : une photographie de chauve-souris, une pince universelle et une histoire par bande dessinée d'un parasite de la pomme) ; on lui demande de poser les questions qu'il désire, puis, si certains points n'ont pas été abordés par l'enfant, on lui pose des questions préparées à l'avance, pour savoir si l'absence de questions résulte d'une connaissance préalable ou d'une absence d'envie de savoir ; on s'efforce enfin de répondre aux questions des enfants dans la mesure du possible afin de ne pas trop les décevoir.

Les auteurs de l'épreuve pensent que les résultats sont difficiles à interpréter car un certain nombre de questions se posent : que teste-t-on au juste, les conditions d'expériences sont-elles propices à une manifestation de la curiosité de l'enfant, les objets proposés sont-ils motivants hors de tout contexte de recherche... Il semble que la curiosité, l'intérêt de l'enfant, ne puissent être réellement décelable que par une observation de l'enfant en situation, en activité spontanée...

Pour conclure ces pages consacrées à l'évaluation par épreuves auprès des élèves, il nous paraît nécessaire de rappeler que les épreuves citées ci-dessus ne constituent en aucun cas des modèles : elles ne sont que des exemples dont nous espérons qu'ils aideront les maîtres à diversifier les modalités de contrôle qu'ils emploient dans leur classe. Notons encore que cette série d'exemples ne couvre pas l'ensemble des évaluations possibles ; le support des questions et réponses peut être bien plus diversifié : extraits de bandes magnétiques, courts métrages (certaines épreuves du projet anglais « sciences de 5 à 13 » se déroulent ainsi : on projette aux enfants des séquences de film très courtes présentant des situations ou problèmes que l'enfant doit ensuite résoudre dans un questionnaire à choix multiples, le support de la question est alors double, photos, textes à analyser, à commenter).

Il nous paraît utile de rappeler en dernier lieu que des conclusions utilisables ne pourront être tirées

de toute épreuve d'évaluation que si deux exigences sont respectées :

— s'assurer que l'on mesure bien avec son instrument ce que l'on veut mesurer, donc que cet instrument de mesure est pertinent par rapport aux objectifs de l'évaluation ; pour cela il est nécessaire de partir des objectifs de l'enseignement ou des objectifs du travail sur un sujet particulier au moment de la construction de l'épreuve ; on évite ainsi de mesurer des acquis trop généraux et vagues, fournissant des données ininterprétables, car on ne sait pas quel est le facteur en jeu...

— s'assurer que l'épreuve est bien adaptée au niveau des enfants auxquels elle est destinée, s'assurer que la formulation des questions *n'induit pas les réponses*, rendant ainsi le travail de l'enfant inintelligent et mécanique, testant plus le savoir de celui qui a créé l'épreuve que de celui qui la subit ; s'assurer que le questionnaire ne bloque pas l'enfant (présenter l'épreuve non comme un test, ou une composition, mais comme un exercice de synthèse, de confrontation des connaissances de chacun, comme un jeu même ; s'assurer enfin qu'une question ne bloque pas l'enfant dans son travail (question dont la résolution est indispensable pour continuer le travail par exemple)).

3. L'EVALUATION PAR OBJECTIVATION D'OBSERVATION, D'ENQUÊTES

Les épreuves présentées jusqu'à présent placent l'enfant dans une situation factice, construite de toutes pièces par le maître, ce qui est à l'opposé de l'organisation habituelle des activités d'éveil...

Un seul exemple fait exception : le contrôle de l'observation du bourgeon où l'enfant est laissé libre de travailler comme il l'entend...

On pourrait aussi imaginer des moments d'évaluation où l'enfant serait « en situation », en travail actif de recherche : il s'agit alors pour le maître de se munir, sinon d'une grille d'observation détaillée, au moins d'un certain nombre de critères ou d'indicateurs précis d'observation du comportement, d'objectiver et de contrôler le mieux possible les observations.

3.1. L'évaluation de l'acquis conceptuel et méthodologique

On peut ainsi mesurer l'acquis conceptuel des enfants au cours d'une nouvelle activité : est-ce que l'enfant transfère le concept acquis préalablement à une situation nouvelle : la notion de fécondation observée sur la tulipe peut être transférée à une étude sur un arbuste sans fleurs apparentes comme le noisetier.

De même, dans l'émission « Ateliers de pédagogie », écologie II (06.2.c), on assiste durant la première partie à de multiples exemples de transfert de l'acquis antérieur dans un nouveau contexte :

Au retour de la sortie, les enfants ont recours à des connaissances acquises au cours d'autres travaux pour expliquer certaines de leurs observations : « sous une bouse de vache, j'ai trouvé des plantes qui étaient jaunes ; — elles étaient jaunes parce qu'elles n'avaient pas reçu de soleil et n'avaient pas formé leur chlorophylle ; la bouse devait empêcher de laisser passer le soleil pour donner de la lumière à la plante, c'est pour ça ». Le maître peut contrôler à cette occasion que les enfants ont bien compris le mécanisme de la photosynthèse. Un autre exemple quand une petite fille dit : « Moi, j'ai trouvé un rameau de peuplier, il y a les cicatrices de feuilles de plusieurs années car le rameau, il est grand — il y a des cicatrices là où il s'arrête ; là..., là..., là..., il va continuer à grandir » ; puis explique à l'un de ses camarades qu'un rameau a 5 nœuds donc 5 ans ; c'est alors une occasion de vérifier si les enfants maîtrisent cette méthode de détermination de l'âge d'un rameau d'après la morphologie externe.

Pour ce qui est du contrôle de l'acquis méthodologique des enfants, on peut aisément à l'aide de la liste des objectifs des activités d'éveil à orientation scientifique élaborer une grille d'observation des méthodes de travail des enfants en situation de recherche.

3.2. L'évaluation du changement d'attitude de l'enfant

L'initiation scientifique à travers les activités d'éveil a, entre autres pour objectifs :

— de développer la curiosité de l'enfant, son besoin de savoir, son ouverture au monde,

— de créer ou de maintenir chez l'enfant une attitude investigatrice puis expérimentale afin de l'amener à confronter à l'expérience ses représentations subjectives et tout son savoir.

Ce sont là des préoccupations des maîtres, mais elles tendent bien souvent à être mises en sommeil par les mécanismes de contrôle (examens et notations) ainsi que par une recherche pédagogique centrée sur l'explicitation de l'acquis par des mesures simples.

a) Les objectifs de l'initiation scientifique doivent eux aussi faire l'objet d'une évaluation et c'est ainsi que l'équipe de recherche d'Orléans a effectué une enquête auprès des parents des élèves afin d'évaluer l'impact de la pédagogie des activités scientifiques d'éveil sur l'attitude globale de l'enfant ; il est important en effet de savoir si l'attitude de l'enfant face au vivant, dans ce cas précis, se limite au cadre scolaire ou est suffisamment profonde chez l'enfant pour se manifester dans ses autres milieux de vie, représentés particulièrement par le milieu familial à cet âge ; il est intéressant de savoir aussi si la curiosité, l'intérêt de l'enfant persistent une fois qu'il sort de l'école, ou si elle est liée au climat particulier de la classe ; or les parents peuvent nous apporter des informations appréciables à cet égard, informations qu'il est difficile voire même impossible, de recueillir sans leur concours.

Voici le document tel qu'il fut présenté aux parents des enfants (C.P., 15.1.d).

« Madame, Monsieur,

Au cours de l'année scolaire et à titre d'essai, nous avons introduit en classe plusieurs élevages d'animaux (hamsters, cobayes, pigeons, tourterelles, poissons, grillons, phasmes, souris...). Les enfants ont, eux-mêmes régulièrement assuré les travaux d'entretien et ils ont regardé vivre ces animaux de façon continue. La vie de ces animaux a été fréquemment le point de départ de diverses activités (communication orale, communication écrite).

Pour compléter les observations que j'ai pu faire à ce sujet sur le comportement de vos enfants, je vous serais reconnaissant de bien vouloir m'aider en répondant de façon détaillée.

— Votre enfant a-t-il, chez vous, fréquemment parlé des animaux de la classe ?

— Pensez-vous que la présence d'animaux dans la classe lui a donné davantage d'intérêt pour l'école et a favorisé son épanouissement ?

— Pensez-vous que la présence d'animaux vivants en classe a été bénéfique pour le travail scolaire de votre enfant ou au contraire a entraîné une perte de temps regrettable ?

— Votre enfant est-il maintenant plus intéressé par les animaux et plus sensibilisé au respect de la vie ?

— Est-il maintenant plus intéressé par les livres et les émissions de télévision sur la vie des animaux ?

— A-t-il parfois cherché à approfondir ses connaissances ; vous posant des questions ou vous demandant de chercher dans un livre de biologie ?

— Cette observation continue a-t-elle conduit votre enfant à poser des questions et à trouver des réponses sur les naissances, la croissance, la mort des êtres vivants ?

— Toutes vos remarques complémentaires seront les bienvenues ».

Les parents répondent d'ailleurs volontiers à une petite enquête de ce type. Dans ce cas précis, tous les parents ont répondu, même ceux d'origine étrangère (portugais), souvent très longuement, apportant des renseignements intéressants ; voici à titre d'information ce qui se dégage des réponses : tous les enfants parlent abondamment des animaux dans leur famille et sont plus sensibles à la vie (au respect de la vie, naissance, mort) ; tous les parents constatent enfin que l'intérêt pour la classe se trouve accru du fait de la présence d'animaux dans cette classe ; certains souhaitent que l'expérience continue et remercient les instigateurs de ces expériences.

Cette démarche d'évaluation permet en outre de nouer un contact avec les familles des enfants, de favoriser une communication réelle et une participation des parents aux activités scolaires.

b) Le projet américain d'enseignement des sciences à l'école élémentaire (S.C.J.E.) propose, de son côté une grille d'étude de l'évolution de l'attitude des enfants en sciences.

Curiosité ou intérêt :

indicateurs :

- manipule du nouveau matériel ;
- participe activement aux expérimentations ;
- observe attentivement les objets ou les phénomènes ;
- pose des questions au sujet des objets ou phénomènes ;
- réclame du matériel pour étendre ses investigations à l'école ou à la maison.

Esprit d'invention :

indicateurs :

- utilise le matériel selon des méthodes non usuelles et constructives ;
- suggère de nouvelles expériences ;
- offre spontanément des solutions aux problèmes.

Pensée indépendante et critique :

indicateurs :

- exprime ses propres idées ;
- écoute les résultats d'une expérience ;
- utilise les données de l'expérience pour étayer ses conclusions ;
- évalue les données de l'expérience apportées par les autres enfants ;
- modifie ses interprétations en fonction de l'apparition de conclusions expérimentales.

Persévérance :

indicateurs :

- continue ses recherches sur le matériel après que l'attrait de la nouveauté ait disparu ;
- persévère dans une activité même si d'autres enfants ont terminé avant lui ;
- enregistre spontanément les observations et données, répète une expérience malgré un échec apparent.

c) Le projet américain E.S.S. propose lui aussi une série de critères d'évaluation de l'attitude des enfants en sciences :

- curiosité, conscience de l'environnement, attitude questionnante ;
- ouverture d'esprit, intérêt à des idées nouvelles ;

- initiative, capacité de travailler indépendamment des conseils directs ;
- désir de risquer l'échec et d'essayer de nouvelles idées ;
- capacité à intégrer aux connaissances antérieures les connaissances acquises pendant les leçons de sciences ;
- facultés d'observation ;
- organisation des directions de travail à l'abord d'un problème ;
- pertinence du choix du matériel par rapport aux intentions initiales ;
- prise de notes (exhaustivité du message, équilibre entre écoute et production orale) ;
- capacité à classer l'information et à décrire les problèmes ;
- capacité à évaluer les données de l'expérience et à formuler des généralisations ;
- capacité à achever un travail ;
- soin et respect du matériel.

L'évaluation de l'attitude de l'enfant repose alors sur l'observation de l'enfant en activité ; dans le cas où cette observation est faite par le maître, nous suggérons que celui-ci choisisse d'observer tout particulièrement tel ou tel élève à tel ou tel moment du déroulement de la classe.

Il lui faut se munir d'une grille d'observation ou encore d'une liste d'indicateurs précis (tels ceux cités dans le document S.C.I.S.). Il doit aussi s'efforcer de prêter l'oreille aux observations des enfants en classe, notant que tel ou tel élève semble plus ouvert qu'auparavant, s'exprime davantage que tel autre, émet des idées intéressantes, propose souvent des solutions originales, pose des questions divergentes...

Le maître peut encore comparer, à partir de critères définis de façon très précise deux productions libres ou deux travaux identiques de l'enfant au début et à la fin d'un trimestre ou d'une année scolaire et y rechercher une évolution, une transformation de l'enfant dans certains domaines : précision des comptes rendus, des dessins, présence de détails pertinents... Il peut remarquer enfin que les enfants apportent plus facilement du matériel en classe, s'intéressent aux émissions de télévision proches des préoccupations de la classe...

Les occasions de cette évaluation sont donc multiples, mais le risque est grand d'en rester à des observations très subjectives, donc peu crédibles. Une certaine rigueur est nécessaire et particulièrement il est important de noter les indicateurs retenus, et le nombre de fois où ils ont été rencontrés chez chaque enfant avec, si possible des détails sur la façon dont tel ou tel trait s'est manifesté chez l'enfant.

3.3. L'observation du climat de la classe

En France, ce mode d'évaluation est pratiqué en fait au cours des inspections. Dans plusieurs pays, la recherche pédagogique s'efforce d'objectiver ces critères pour faciliter la communication entre les membres d'une équipe pédagogique. Cette observation peut apporter au maître dans la classe duquel elle est pratiquée, un certain nombre d'informations en ce qui concerne son style pédagogique, la répercussion de celui-ci sur le comportement des enfants et l'enseignement qu'il dispense, la répercussion de cette pratique des activités d'éveil sur sa propre attitude, la forme des relations maître-élèves qui se sont instaurées dans la classe.

Ici encore l'utilisation d'une grille d'observation s'impose, avec une contrainte supplémentaire : il est préférable, sinon indispensable que l'observateur soit extérieur au déroulement de la classe, d'abord parce qu'une telle observation requiert de celui qui la conduit une attention de chaque minute, d'autre part parce que l'auto-analyse est difficilement praticable, fournit des données rarement objectives et modifie par ailleurs le processus pédagogique en cours.

Il existe plusieurs grilles d'observations du processus éducatif et des interactions dans la classe (celle de Flanders, de Postic, de De Landsheere), mais toutes semblent beaucoup trop détaillées et trop fouillées pour l'utilisation que peut en faire le maître.

Le projet américain d'enseignement des sciences « man : a course of study » propose un certain nombre d'attitudes définies par leurs extrêmes, sur lesquelles il serait bon que le maître porte son attention ;

en voici quelques extraits, parfois modifiés :

Style pédagogique du maître

le maître se tient à l'écart des élèves
le maître ne bouge pratiquement pas
le maître n'encourage pas les élèves à participer
le maître élabore et impose un ordre du jour
le maître est strict en ce qui concerne la conduite des élèves
le maître réduit souvent les élèves au silence (en monopolisant le temps de parole par exemple)
le maître domine la classe

Attitude des élèves

les élèves posent peu de questions
moins d'un tiers des élèves participent au travail
les élèves posent des questions sans rapport avec le problème
les élèves marquent peu d'intérêt pour la classe
la discussion est limitée à un échange maître-élèves

Organisation de la classe

la disposition des tables limite les travaux de groupe
il n'existe pas dans la classe de coins ateliers, exposition...
les enfants ne peuvent se déplacer dans la classe sans l'autorisation du maître
la classe ne possède pas de tableaux muraux ou ceux-ci sont fait par le maître
la disposition des tables favorise le travail en groupe
il existe dans la classe des coins ateliers, expositions...
les enfants peuvent se déplacer librement dans la classe
les tableaux muraux sont constitués et remplis peu à peu par les élèves
Un petit test simple qui permet de connaître la perception que les enfants ont eu de la séance de

le maître se tient près des élèves
le maître bouge beaucoup
le maître fait des efforts pour encourager les élèves à participer
le déroulement de l'exercice est guidé par les questions ou les suggestions des élèves
le maître est tolérant tant que le niveau de bruit ne paralyse pas le travail
le maître ne réduit pas les élèves au silence
maîtres et élèves travaillent en coopération

les élèves posent beaucoup de questions
presque tous les élèves participent au travail
les élèves posent des questions qui amènent une progression ou une relance du travail de recherche
les élèves marquent de l'intérêt
les échanges se font en grande partie d'élève à élève

travail est proposé aux maîtres dans les documents évaluation du projet américain S.C.I.S. : on fournit aux enfants, à la fin des séances de travail, une feuille sur laquelle sont représentées différentes situations de classe (exposés des élèves, travail de groupe, lecture individuelle de documents, écriture sous la dictée du maître...) et on leur demande de cocher la situation qui représente le mieux ce qui se passait dans la classe pendant la séance précédente ; le maître peut comparer ainsi la perception de ses élèves pour l'activité prédominante avec sa propre perception de ce qui est arrivé et ce qu'il prévoyait de faire...

L'évaluation du climat de la classe est très délicate à mener, car outre le problème de la recherche d'indicateurs pertinents de comportement, elle suppose que le maître y consacre une attention de tous instants parallèlement à l'attention qu'il doit accorder au déroulement de la classe et qu'il développe un effort important d'objectivité et d'impar-

tialité (l'attention est attirée bien plus par les élèves actifs que par les enfants silencieux ou renfermés...). Cependant on obtient par ces méthodes des données nouvelles que les épreuves écrites ne procurent que rarement et de façon très parcellaire, des informations sur des domaines tels que le changement d'attitude de l'enfant face au monde qui l'entoure, le développement de son esprit d'initiative... (cf. planche III B, fig. 6).

Dans un effort global d'évaluation, il semble nécessaire de mener de front l'évaluation par épreuves écrites et l'évaluation par objectivation d'enquêtes et de questionnaires, surtout face à une pédagogie qui n'est plus centrée sur l'acquisition de connaissances mais dont l'objectif essentiel est le développement de la pensée rationnelle et de l'autonomie.

4. LE PROJET D'EVALUATION DE LA RECHERCHE

Ce projet d'enseignement des sciences selon la pédagogie de la découverte entre maintenant dans sa phase d'évaluation : il s'agit en effet de valider la méthode pédagogique préconisée ici et de dégager avec précision :

- Les progrès qu'elle amène chez l'enfant tant au niveau de l'acquisition de connaissances et de méthodes, qu'au niveau du développement de son intelligence.

- Les intérêts qu'elle présente par rapport à la méthode traditionnelle, en ce qui concerne le respect des intérêts, de la personne de l'enfant, le développement d'une attitude critique et d'une certaine curiosité de l'enfant face au monde qui l'entoure...

- Les changements que l'application d'une telle pédagogie amène chez les maîtres et les obstacles qu'elle rencontre.

La pédagogie proposée est par ailleurs une pédagogie des objectifs ce qui suppose que les objectifs soient définis, explicités en terme de comportements, et vérifiés.

Un certain nombre de principes généraux ont présidé à l'élaboration de notre projet d'évaluation :

- Nécessité de partir d'objectifs précis et explicités en termes de comportement

- Nécessité d'une multiplicité des types d'informations recueillis pour mesurer le changement du comportement des élèves et des maîtres.

- Nécessité d'utiliser des techniques d'évaluations appropriées qui n'interfèrent pas avec l'enseignement et ne soient pas un obstacle pour les enfants.

- Nécessité de faire participer au travail d'évaluation les maîtres et les autres membres des équipes de recherche.

En accord avec ces propositions, nous avons défini 3 axes d'évaluation :

- *L'évaluation de l'acquis conceptuel et méthodologique des enfants opérée en deux phases : une 1^{re} évaluation se fera au cours de la scolarité élémentaire (fin de C.E. 1 ou de C.E. 2) dans le but d'apporter au maître des informations précises sur le niveau de maîtrise par les élèves d'un certain nombre de concepts et techniques, afin qu'il puisse ainsi mieux ajuster ses interventions aux besoins de la classe et progresser vers l'homogénéisation de la classe qui lui faciliterait son travail ultérieur. Une seconde évaluation se fera à la fin du C.M. 2 ; il s'agira alors d'une évaluation de type bilan, portant sur l'acquisition d'un noyau réduit conceptuel et méthodologique, noyau dont la maîtrise sera jugée nécessaire pour faciliter l'initiation scientifique au niveau de la classe de 6^e (par exemple recherche d'un niveau de formulation pour la reproduction, la digestion, la méthode d'observation...).*

Cette évaluation se fera à l'aide d'épreuves écrites élaborées en collaboration avec les équipes de recherche (support verbal, film, ou matériel simple), d'épreuves en situation ; une analyse de l'utilisation de l'entretien du maître avec toute sa classe pour l'évaluation d'acquisitions peut-être envisagée (se posent alors les problèmes d'objectivation des données ainsi obtenues, peut-être en partie résolus par un système de codage progressif de l'acquis des enfants sur des grilles individuelles).

- *L'évaluation du changement d'attitude de l'enfant : un certain nombre de progrès de l'enfant apparaissent difficilement et même, pour certains, ne peuvent pas apparaître lors d'une évaluation par épreuves, comme le développement de la curiosité,*

de l'aptitude à se poser des questions, de l'activité spontanée et autonome de l'enfant, de l'aptitude à communiquer ; il sera donc nécessaire d'élaborer une grille d'indicateurs des attitudes suffisamment simple et précise pour qu'elle puisse être un instrument de travail habituel des maîtres. Les grilles d'attitude recouvrent en partie les épreuves d'évaluation écrites (par exemple, l'épreuve sur la salade), mais il peut être intéressant d'utiliser parallèlement les deux formes d'évaluation, une même capacité intellectuelle pouvant se manifester de façon différente dans les deux situations, ou même pouvant s'avérer maîtrisée par un enfant dans le contexte du travail de la classe, grâce à une motivation puissante et à l'aide apportée par le groupe des autres élèves, et non maîtrisée lors d'une épreuve d'évaluation.

— *L'évaluation de l'évolution des attitudes du maître*, des changements qui résultent de l'application de la méthode de la découverte, dans le but de mettre au point un modèle de formation et de concertation utilisable pour un travail d'équipe ; il s'agira donc de cerner peu à peu le profil de comportement du maître qui applique la méthode de découverte, cela après exploitation de questionnaires précis de comportement qui seront proposés aux maîtres des équipes de recherche et de grilles d'observation qui seront remplies par des observateurs extérieurs lors d'activités d'éveil scientifiques menées dans les classes des équipes de recherche. Ce 3^e type d'évaluation permettra en outre de dégager et d'analyser les obstacles que rencontrent les maîtres lors de l'application de la méthode de découverte et ainsi de rechercher activement les solutions et aides à leur apporter.

VI. - LES MOYENS

La recherche sur les moyens s'insère dans la recherche « organisation générale de l'école élémentaire ». Le rôle des équipes scientifiques est de sensibiliser l'opinion sur la nécessité de repenser le problème de l'équipement si l'on veut renouveler la pédagogie et de proposer des innovations qui font apparaître les besoins spécifiques des scientifiques dans le cadre d'une rénovation globale de l'environnement scolaire.

Les activités d'éveil à dominante scientifique, nous l'avons vu, mettent en œuvre une pédagogie de la découverte et de la communication.

La méthode de travail adoptée par les équipes de recherche est souvent une méthode de groupe ; le maître ne transmet plus les connaissances définies au préalable, mais il anime, organise le travail de recherche, le tâtonnement expérimental, la communication entre les élèves. Cela entraîne un certain nombre de conséquences sur le plan des moyens.

La recherche n'a pas porté explicitement sur ces moyens. Mais il est évident que les équipes ont éprouvé un certain nombre de besoins qu'il a fallu satisfaire — parfois grâce à des solutions de fortune — pour avancer sur le plan des objectifs et des méthodes.

Ces besoins se situent essentiellement dans quatre domaines :

- le matériel,
- les documents de toutes sortes,
- les locaux : disposition, aménagement,
- l'organisation de l'école.

Les solutions adoptées sont exposées dans les différentes unités, à l'intérieur des thèmes dont il est rendu compte.

Le présent chapitre sur les moyens se présente donc plus comme une réflexion basée sur les difficultés rencontrées et les solutions partielles qui ont été trouvées que comme un véritable compte rendu de recherche.

Le lecteur voudra bien considérer que ce n'est pas parce que nous sous-estimons les moyens nécessaires mais seulement parce que ces derniers ne faisaient pas l'objet de la recherche et ont donc été abordés d'une manière secondaire par rapport aux objectifs fixés.

1. LE MATERIEL

1.1. Orientation du choix

1.1.1. L'introduction des activités d'éveil change la fonction du matériel :

— il est conçu principalement pour le travail de groupe et non pour des démonstrations faites par le maître ;

— il doit permettre un effort d'invention et d'adaptation chez les enfants.

1.1.2. Le renouvellement du matériel peut prendre deux directions différentes :

— permettre la construction et l'invention de montages (de plus les élèves se familiarisent avec leur environnement, apprennent à réagir contre une économie de gaspillage) ; mais le travail scientifique risque de sombrer dans le bricolage : imprécision des mesures, jeux et frottements dans les appareils... ;

— substituer au matériel de démonstration souvent encombrant, archaïque et cher un matériel léger mais robuste et précis construit en grande série (instruments de la vie courante ou appareils, construction de matériel scolaire sur une échelle internationale).

1.1.3. L'insuffisance du matériel des classes élémentaires a conduit certains professeurs engagés dans la recherche à utiliser le matériel de l'Ecole Normale (car les problèmes de financement ne peuvent être résolus que lorsque des besoins auront été reconnus à partir d'expériences validées. Les Anglais aussi ont d'abord fait des essais dans des conditions artisanales...).

1.1.4. Le matériel étranger est susceptible d'apporter une contribution importante : boîtes photographiques : 1 dollar, petits microscopes anglais coûtant moins de 2 livres, cages d'élevages à monter soi-même d'origine japonaise coûtant 5 F. L'essai systématique de ce matériel n'a pas encore pu être fait.

1.2. Le matériel utilisé par les équipes de recherche

Les équipes de recherche ont utilisé un matériel relativement simple. Elles ont bénéficié, pour le matériel plus coûteux ou spécialisé, de l'appui du laboratoire de sciences de l'Ecole Normale.

La diversité du matériel utilisé est telle qu'il n'est pas possible de donner une liste type. Nous renvoyons le lecteur aux différents thèmes présentés. Nous avons regroupé ici quelques idées générales qui n'ont qu'une valeur indicative.

A propos de l'aménagement et de l'équipement de la salle de classe, nous reviendrons sur les problèmes du rangement du matériel et d'accessibilité pour les enfants. Souvent aussi, dans les comptes rendus de recherche, nous ferons référence à la « boîte de bric à brac » ou au « coffre au trésor » — comme on voudra l'appeler — dans lequel les enfants pourront trouver des objets et des matériaux divers qui inspireront des expériences ou des montages aussi intéressants qu'inattendus. *Un tel matériel favorise la créativité des enfants. Mais il est souvent insuffisant lorsqu'il s'agit d'atteindre à la précision scientifique. Nous ne négligerons ni le matériel occasionnel (créativité), ni les appareils plus élaborés (précision scientifique).*

1.2.1. L'outillage et les fournitures

- pour le travail du bois, du fer, du papier et carton ;
- pour la peinture,
- pour le jardinage.

1.2.2. Les récipients divers

a) Les récipients de récupération (boîtes, godets, pots) rendent souvent service.

b) La verrerie est parfois indispensable. On peut signaler la liste indicative suggérée par l'Ecole Normale de Troyes :

Ballons de verre à fond plat :

1 en verre ordinaire 100 cc ;

1 en Pyrex 250 cc ;

2 en Pyrex 500 cc.

Bouchons de caoutchouc 2 trous pour ces ballons.

2 flacons col droit à large ouverture de 500 cc.

1 bouchon caoutchouc 2 trous pour ces flacons.

6 tubes à essais Pyrex 16 mm.

6 tubes à essais Pyrex 20 mm.

1 bouchon caoutchouc 1 trou pour chaque sorte de tube.

2 cristallisoirs de verre ordinaire 2 l.

1 éprouvette graduée à pied en verre ordinaire 250 cc.

1 éprouvette graduée à pied en verre ordinaire 500 cc.

Baguettes de verre plein (agitateurs).

Tubes « de verre » (diamètre correspondant aux trous des bouchons).

Des flacons ou bocaux.

1.2.3. Les appareils de chauffage

Les réchauds de camping ont la faveur, mais on utilise aussi des réchauds ménagers « de récupération ».

Des précautions sont à prendre sur le plan de la sécurité.

1.2.4. Les appareils de mesure et de repérage

Peuvent rendre service : thermomètres, baromètres, chronomètres, balances de divers types, boîtes de poids, mesures de capacité, boussoles... Ces appareils existent assez souvent, mais en nombre insuffisant pour permettre des travaux individuels ou par groupes.

1.2.5. Les appareils d'optique

Les loupes ou compte-fils sont utilisés couramment à 10, 20 exemplaires ou plus.

Quelques classes ont même pu utiliser des petits microscopes qui ont permis l'examen d'une goutte de sang, d'une circulation dans les vaisseaux capillaires, des vaisseaux de la feuille, des grains de pollen...

1.2.6. Le matériel audio-visuel

Plusieurs classes ont utilisé l'appareil photographique et le magnétophone portatif au maniement desquels les élèves sont vite familiarisés.

Le projecteur à vues fixes et les visionneuses sont également répandus ; le téléviseur commence à l'être.

Quelques classes pratiquent la macrophoto avec des équipements du genre Visualmaker. Enfin, certaines classes (faisant encore figure de privilégiées) ont pu disposer de caméras effectivement manipulées par les enfants.

1.2.7. Le matériel de prospection « nature »

Filet trouble-eau, épuisettes fabriquées en classe avec des bas nylon usagés ; sécateur ; plantoir ; sacs en plastique divers.

1.2.8. Le matériel pour aquarium et vivarium

Ce matériel est très varié. On trouvera par ailleurs, ainsi que dans différents ouvrages ou publications (C.R.D.P. - Bulletins de l'Association des professeurs de biologie géologie), des idées pour la réalisation, et parfois la construction des cages, vivarium, aquarium... avec un matériel peu coûteux.

- Quelques élevages simples - Brochure n° 59 T.C., I.N.R.D.P., 1973.

- L'étang et l'aquarium, deux ouvrages de M. Sire aux Editions Boubée.

- L'aquarium sauvage, petit guide Bordas.

- L'aquarium du débutant, articles de la revue « Sciences et Nature » (les numéros 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 87, 88).

- L'aquarium d'eau de mer, article de Sciences et Nature n° 56, octobre 1963 (p. 25 à 35).

Signalons qu'il existe actuellement des bacs en plastique transparent moulé relativement bon marché (de 4 à 25 francs 1973). Un petit bassin d'extérieur peut être construit à peu de frais avec du nappage plastique.

1.2.9. Le matériel pour les cultures en pots

Bacs, pots, petit arrosoir...

1.2.10. Le petit matériel divers du « coffre aux trésors »

A côté des ustensiles courants : supports, pinces, soucoupes et assiettes, aimants, nous y

retrouvons tout un matériel de récupération : les piles, les ampoules, des fils électriques, douilles, interrupteurs, prises de courant, dynamos de vélo, petit moteur de moulin à café, moteur de train électrique, pièces de « mécano » voisinent avec les bocaux, les bouteilles de plastique, les seringues, les flacons de toutes tailles, les tuyaux de caoutchouc ou de plastique de toutes dimensions, des bouchons de liège, des ballons de baudruche...

1.2.11. Les produits utilisés en classe couramment sont peu nombreux

De l'acide, de la chaux, du formol, de l'alcool, de l'eau oxygénée, des métaux...

On trouvera ci-dessous, à titre indicatif, une liste de différents produits utilisés. Elle ne constitue en aucun cas une liste type. Certains de ces produits se conservent d'ailleurs mal, et il n'y a aucun intérêt pour le maître à les stocker.

Utilisation	Produits
Production de gaz carbonique (dioxyde de carbone)	Acide chlorhydrique.
Coagulation du lait	Craie en morceaux ou morceaux de marbre.
Fixation du gaz carbonique	Acide acétique ou vinaigre.
	Soude caustique (produit servant à déboucher les évier).
Nettoyage (des os par exemple)	Cristaux de soude. Extrait de Javel. Permanganate de potassium en grains.
	Eau oxygénée (20 volumes).
Fabrication d'oxygène la dissolution	Benzène, trichloréthylène, éther.
Solvant, évaporation	Charbon de bois, soufre.
Combustions	Limaille de fer.
Oxydations, aimantation	Les métaux en fils, plaques, blocs.
Propriétés des métaux - Substance, matière... ..	Bougie, cire, paraffine.
Combustions, changements d'état	Formol, alcool.
Conservation	
Préparation de l'eau de chaux, propriétés dissolvantes	Chaux vive ou éteinte (préparée avant par dissolution et filtration).
	Plâtre.
Moulages ; irréversibilité d'un phénomène	Huiles minérales, végétales.
Différents liquides	Glycérine.

1.2.12. Le matériel pour écrire

Machine à écrire ; dans quelques cas imprimerie Freinet.

2. LES DOCUMENTS

2.1. Les documents authentiques vrais

Le lait, les grains, les plantes, les animaux, les roches...

2.1.1. Les classes sont résolument tournées vers l'étude du vivant :

Les plantes étudiées sont très variées : les arbres sont toujours mentionnés ainsi que les plantes à bulbe printanières. Nos classes élémentaires restent très attachées aux plantes à cycle végétatif court : haricot, pois, radis ; le maïs a désormais ses lettres de noblesse. Les champignons sont des plantes sans fleurs qui ont la faveur de nos élèves.

Dans le règne animal, on note une préférence marquée pour les tourterelles, cobayes, hams-

ters, poissons et divers animaux récoltés en eau douce. Plus rarement on cite : la couleuvre, le lézard, l'araignée, les insectes (grillons, papillons et chenilles), les mollusques (escargots), les lombrics.

2.1.2. Dès le C.E.2, les enfants se passionnent aussi pour les collections.

Les collections les plus fréquemment citées sont, dans l'ordre :

- un herbier de plantes séchées,
- des os, des crânes, dents, pattes d'animaux divers,
- des insectes, des coquilles,
- des pierres taillées, des fossiles,
- les animaux naturalisés.

On utilise peu les animaux en liquide conservateur ; les inclusions dans les résines synthétiques sont encore peu connues.

La confection de certaines de ces collections fait appel à des recettes pour lesquelles nous renvoyons à des ouvrages spécialisés.

La confection d'un herbier donne aux enfants l'occasion de manipuler. Matériel nécessaire : du papier journal pour la dessication (ou un papier herbier spécial absorbant), des bandes adhésives transparentes, des pochettes de plastique.

Le procédé de préparation des os reste relativement simple ; une solution de cristaux de soude enlève les restes de muscles ; un bain d'eau de Javel blanchit la matière osseuse.

La naturalisation pour les animaux de grosse taille reste une affaire de spécialiste ; mais, sur de petits animaux (taupe, chauve-souris, petits oiseaux...) l'injection de formol permet une conservation suffisante pour une utilisation différée. La conservation dans une eau formolée (10 % de formol) ou dans l'alcool à brûler peut également rendre quelques services.

Pour la naturalisation d'étoiles de mer, oursins, algues, coquilles, voir un article n° 120 de *Naturalia* (septembre 1963).

Les inclusions dans les résines synthétiques, à peine utilisées (une seule équipe le signale)

apportent une heureuse solution aux collections fragiles (insectes par exemple) ; le bulletin d'information en Sciences naturelles n° 6 (1969) publié au C.R.D.P. de Lyon est totalement consacré à cette technique.

2.2. Les documents de substitution : photos, diapositives, enregistrements

Dans beaucoup de cas, les enfants en rapportent d'abondantes moissons.

Mais il serait bon de prévoir un fond documentaire ; voir chapitre « organisation de la classe et de l'école ».

2.3. Les livres et documents imprimés

2.3.1. A l'heure actuelle

• Manuels scolaires

Par suite de l'influence certaine des manuels sur l'évolution de l'enseignement — la table des matières est parfois prise pour un programme — l'édition de documents répondant à une nouvelle fonction est capitale pour la rénovation pédagogique. Le travail de l'Ecole Moderne Française (1) est significatif dans ce domaine.

Les anciens manuels scolaires sont tout à fait inadaptés. Trop souvent, l'édition française a produit des manuels que l'on fait acheter et porter par l'élève et qui contiennent en fait une partie de la documentation destinée au maître. Dans son livre, « L'Enseignement de la physique » (P.U.F., coll. Sup.) Madame Lebouret analysant le rôle des manuels estime que : « Les maîtres y puisent les ressources principales de leur documentation ». C'est un système bâtarde. S'il s'agit de documentation pour le maître (lecture de spécimen), elle est sommaire, trop simplifiée. Toute réflexion sur les différentes utilisations pédagogiques possibles en est absente.

(1) Coopérative de l'enseignement laïc, 06 - Cannes.

S'il s'agit de documents pour les élèves (c'est leur destination officielle) — la présentation des connaissances à acquérir est dogmatique, les activités de découverte, les travaux pratiques et les manipulations sont sacrifiés ou réduits à l'exécution passive et mécanique d'ordres simplifiés à l'excès. Les exercices d'évaluation et de contrôle sont souvent inexistantes. La plupart des grands projets étrangers ont donné la priorité absolue aux documents pour le maître (Exemple pris au hasard dans le projet américain S.C.I.S. : *Teacher's guide* « L'univers des objets », 79 pages. — Livre de l'élève « L'univers des objets », 20 pages).

Ces « *Teacher's guides* » comportent des informations scientifiques et des suggestions pédagogiques qui permettent au maître d'avoir une attitude souple, de dominer les connaissances nécessaires et d'être à l'aise pour suivre les démarches de pensée et les découvertes des élèves.

Les documents élèves sont des instruments de travail permettant la réflexion et la découverte, ils comportent également de nombreux exercices d'évaluation et de contrôle. Au niveau du cours préparatoire, ils facilitent la production des traces individuelles pour des enfants qui ne savent pas encore écrire.

• Documentation pour le maître et les élèves

Faute de trouver sur le marché français des documents réellement adaptés aux besoins des maîtres ou des élèves, et à la démarche souhaitée, les équipes de recherche ont dû utiliser des documents éparés, pas toujours pleinement satisfaisants.

Il nous a semblé que dans ce domaine, il serait bon de dégager les caractéristiques a priori des documents dont les équipes de recherche auraient souhaité pouvoir disposer (c'est l'objet du paragraphe 3.2.). Mais il serait évidemment souhaitable de soumettre à expérimentation de telles réalisations.

Parmi les documents actuellement utilisables, citons : « Les Bibliothèques de Travail », ou B.T., collection créée par C. Freinet pour fournir aux enfants une véritable encyclopédie scolaire adaptée à leur âge, aux besoins d'une

éducation active individualisée (C.E.L., Cannes).

Les B.T. à caractère scientifique sont nombreux et de caractères divers.

Par exemple :

- « Le parc zoologique de Clères », B.T. n° 462.
- « Expériences d'électricité », B.T. n° 326.
- « Les mouvements des plantes », B.T. n° 697.
- « Le petit opticien », B.T. n° 503.
- « Petit pêcheur des mers », B.T. n° 394.
- « 24 expériences avec des tubes », S.B.T. n° 40.
- « Expériences sur le chaud et le froid », S.B.T. n° 231-232.
- « Le pigeon voyageur », B.T. n° 691.

Les B.T. ne sont pas toutes d'égale qualité et d'égal intérêt. La collection représente toutefois un ensemble des plus précieux et pour l'instant sans équivalent. Elle est complétée par les S.B.T. (suppléments aux B.T.) qui offrent plus de possibilités de tâtonnements expérimentaux. Nous pouvons suggérer leur emploi en tant que :

— Fiche technique en vue de l'expérimentation nécessaire pour tenter de résoudre un problème.

Exemple : B.T. 185, Installe le téléphone.

— Confirmation des acquisitions obtenues par une démarche expérimentale.

Chacun sait quelles possibilités offre d'une part l'observation d'animaux dans leur milieu naturel, d'autre part l'observation d'animaux dans le vivarium, le terrarium ou l'aquarium.

La classe dégage un certain nombre de constats, les critique, et finalement en retient ce qui semble avoir été confirmé.

Il est bon dès lors de confronter, au niveau du cours moyen tout particulièrement, ce que les efforts ont permis de trouver dans le groupe et ce que d'autres, adultes le plus souvent, ont retenu.

A-t-on observé l'écrevisse par exemple ? Qu'on se reporte, après l'étude, à la B.T. n° 628 : « L'écrevisse ».

Ainsi, bien des B.T. permettent des confirmations de ce type. Citons entre autres :

« Sauterelles et criquets » (B.T. 197), « L'étude des insectes » (B.T. 264-265), « Barbacane, grillon des champs » (B.T. 507-508-509), « La haie fruitière » (B.T. 514), « Le pigeon voyageur » (B.T. 691), « Les mouvements des plantes » (B.T. 697), « Poissons de mer » (B.T. 701).

— Complément des acquisitions obtenues par une démarche expérimentale dans une classe.

Les élèves avaient posé cette question, d'apparence naïve, mais qui s'avère riche en prolongements : « Si on chauffe de l'eau de mer, le sel se déposera-t-il au fond de la casserole ? ». La leçon fut conduite en faisant largement appel à la démarche expérimentale : entretien, formulation d'hypothèses, vérification des hypothèses, conclusion admise par tous. En cours de route surgit cette interrogation : « Est-ce comme cela dans les marais salants ? » qui provoque une seconde série d'expérimentations et l'élargissement vers l'information, une équipe d'enfants se chargeant de rapporter sobrement et de laisser discuter son rapport après lecture des passages adéquats de la B.T. n° 30 : « Les marais salants ».

— Aide et soutien à la longue observation par l'élève et la classe.

Plusieurs peuvent être considérées comme des recueils de fiches-guide utilisables directement par l'enfant lui-même. Prenons, à titre d'exemple, les pages 14 et 15 (croquis exceptés) de la B.T. 505 « L'aquarium ».

D'autres peuvent fournir au maître idées et conseils pratiques. Elles ne sont pas rédigées certes pour que l'activité de l'enfant soit comme programmée dans le détail mais le maître peut s'en inspirer pour l'organisation de sa direction de travail.

Citons parmi tant d'autres :

- B.T. 175 : « Boutures, marcottes, semis ».
- B.T. 230 : « Protégeons les oiseaux ».
- B.T. 484 : « Je greffe ».
- B.T. 394 : « Petits pêcheurs des mares ».
- B.T. 503 : « Le petit opticien ».
- Lectures relatives à d'autres milieux, réponses à questions.

La collection de B.T. peut être utilisée comme une encyclopédie, pour fournir un renseigne-

ment précis, une esquisse de solution, une incitation à la recherche.

Il est bon de laisser la collection, bien classée, à la disposition des élèves. Feuilletter un livret, feuilletter l'autre, voilà qui peut fournir bien des réflexions.

Mais on ne saurait cacher ici le risque de déviation qui fait substituer à la méthode de recherche une information envahissante.

Enfin, il est possible que la lecture, la consultation rapide de B.T. provoquent l'envie d'expérimenter ou de faire expérimenter.

C'est vrai pour l'élève, c'est peut-être plus vrai encore pour le maître. L'instituteur peut en effet, en consultant le catalogue de la collection trouver de précieuses directions de travail en correspondance avec bien des problèmes soulevés.

Dans l'avenir immédiat, nous ne pouvons cacher qu'un important travail d'édition sera nécessaire pour compléter ce qui existe.

Les besoins les plus immédiats semblent les suivants :

• Pour les maîtres

— Ouvrages de documentation scientifique, d'indications pratiques concernant les élevages, cultures, montages...

— Ouvrages donnant des suggestions d'exploitation pour différents thèmes, comme, par exemple, les documents pédagogiques suivants :

— ouvrages anglais :

- Sciences de 5 à 13, Mac Donald Educational,
- Nuffield Junior Science, Collins Editeur,
- ouvrages édités aux U.S.A. :
- S.C.I.S.,
- E.S.S.,

— ouvrages traduits en Français :

- le S.C.I.S. a été traduit pour le Canada francophone,
- les 4 ouvrages du Nuffield Junior Science :

Teacher's guide 1,
Teacher's guide 2,
Animals and Plants,
Apparatus,

ont été condensés en un volume :

« Activités scientifiques d'éveil » pour les enfants de 5 à 11 ans, textes réunis par J. DEUNFF, préface L. DULAU, O.C.D.L., éditeur.

• Pour les enfants

— Ouvrages scientifiques à leur portée (problème des différents niveaux).

— Atlas de détermination d'un maniement simple :

- plantes,
- arbres,
- poissons,
- oiseaux,
- mammifères,
- fossiles,
- coquillages, etc...

Il semble souhaitable que les ouvrages mis à la disposition des enfants répondent aux préoccupations suivantes :

— un texte « ouvert » qui, tout en étant précis, ne ferme pas la porte à des initiatives personnelles, à de nouveaux travaux d'expérimentation ou de recherche documentaire ;

— des sujets axés sur la vie plus que sur la description, apportant des éléments d'information sur les populations, les communautés animales et végétales, leurs rapports, les chaînes alimentaires, l'équilibre biologique, etc... ;

— une illustration photographique de bonne qualité, si possible en couleurs ;

— une bonne lisibilité du texte (choix des caractères, disposition typographique) et des documents (indications d'échelle...) ;

— en ce qui concerne la détermination, emploi de clés imaginées de préférence à des systèmes de descriptions plus ou moins compliqués ; rares sont les ouvrages disponibles qui remplissent ces différentes conditions. Conscients des difficultés de documentation que les classes rencontrent actuellement, nous citerons une liste succincte d'ouvrages qui, sans être considérés comme parfaits, peuvent rendre des services.

3. L'AMENAGEMENT ET L'EQUIPEMENT DE LA CLASSE

Les nouvelles finalités et méthodes de notre enseignement, telles qu'elles apparaissent à travers les activités d'éveil impliquent certaines modifications dans l'aménagement et l'équipement de la classe et même de l'école. Ces modifications ne sauraient suffire à transformer la pédagogie. Elles constituent seulement des facteurs favorables à l'emploi des méthodes actives et au développement de nouveaux rapports maître-élèves et élèves-élèves.

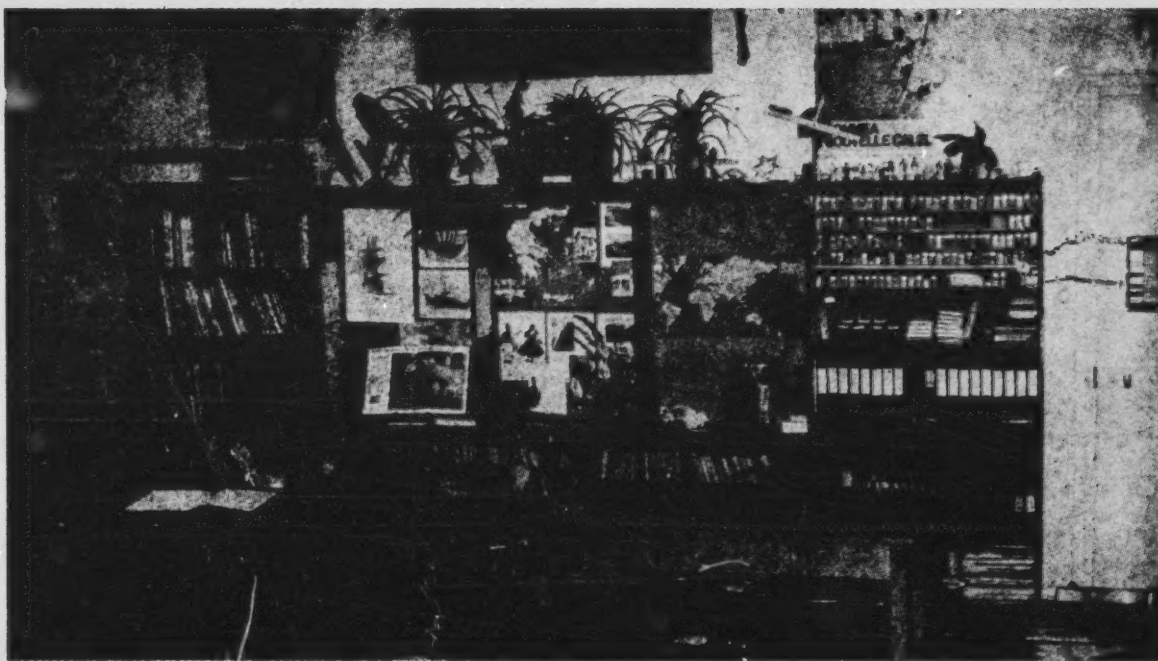
Les locaux standards dont disposaient les différents maîtres ne correspondent pas, on s'en doute, aux conditions de travail les plus favorables. Ils ont pu être améliorés grâce à des astuces d'aménagement. Des suggestions quant à des locaux d'un type nouveau relèvent d'une recherche spécialisée. Nous signalons que des essais d'adaptation de formules étrangères sont actuellement tentés en France.

Il n'est ni possible ni souhaitable de proposer un aménagement type de la classe. C'est à chacun de faire preuve d'imagination et d'ingéniosité pour adapter le cadre scolaire à la façon dont il entend faire travailler les élèves, aux locaux et au mobilier dont il dispose au départ. Nous proposons seulement quelques idées de recherche et quelques solutions partielles réalisées ici ou là. Un travail détaillé dans ce domaine est en cours de publication par deux de nos collègues.

C'est la convergence des expériences dans toutes les disciplines qui peut conduire à une véritable recherche sur l'équipement des écoles. En Angleterre, le profond mouvement de transformation de l'architecture scolaire a eu pour origine les innovations réalisées par les maîtres qui cherchaient à transformer leur pédagogie. Les classes ont envahi les couloirs et les vestiaires, cultivé les gazons, installé dans la cour des cultures et des bassins, utilisé les préaux, fait de la maçonnerie... C'est à partir des solutions de fortune et des improvisations que les architectes ont conçu des projets rénovés (cloisons mobiles, écoles en rond...).

L'ampleur d'un tel travail dépasse la recherche ponctuelle « sciences ».

L'expérience anglaise peut nous encourager à commencer avec les moyens que nous avons.



Un équipement mural réalisé par le maître et les grands élèves : livres de documentation, BT, dossiers de documents, diapositives, bandes magnétiques... sont à la disposition des élèves. Les trois panneaux du milieu sont destinés aux expositions : fond en isorel mou, présentoirs de livres, éléments d'étagères amovibles. Tout en bas, les tiroirs abritent des matériaux divers pour travaux manuels.

3.1. Les postes de travail

La disposition des enfants ne devrait pas être la même lorsqu'ils participent à un exercice qui concentre leur attention sur le tableau, lorsqu'ils discutent, lorsqu'ils travaillent par groupes, qu'ils travaillent individuellement avec ou sans documents, qu'ils dessinent, etc...

D'où une première remarque, compte tenu du matériel existant et de l'exiguïté des locaux :

Il faut assurer la mobilité des tables et des sièges
Cela implique quelques précautions :

1) Les cases doivent cesser d'être un lieu de rangement permanent pour le matériel individuel. Il

convient de trouver d'autres solutions, par exemple :

— meubles de rangement comportant des casiers individuels.

— simplification du matériel individuel : par exemple, le matériel de peinture ou de T.M. peut être collectif.

2) Le déplacement éventuel des tables doit pouvoir s'effectuer rapidement, sans désordre. Il convient donc d'étudier soigneusement plusieurs dispositions types et d'habituer les enfants à un déplacement convenu, chacun sachant ce qu'il doit faire.

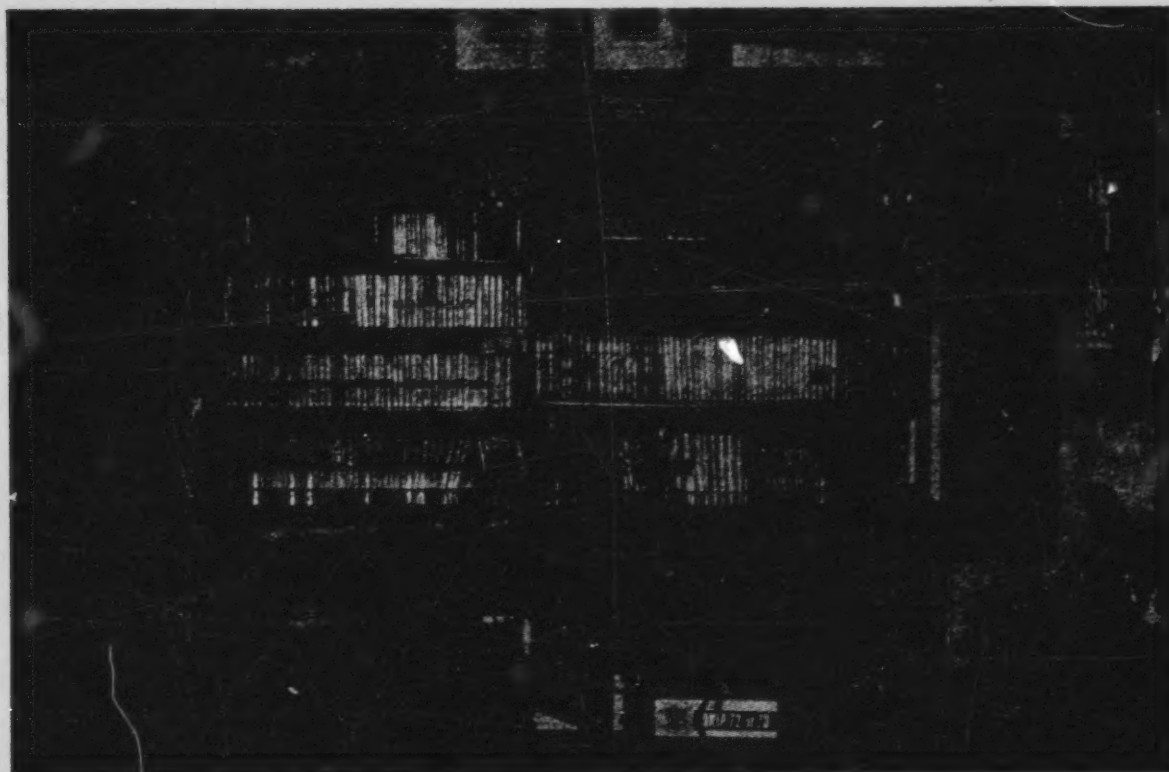
Une deuxième remarque concerne les places assises. La tradition s'attache à faire travailler les enfants assis. Or les enfants aiment rester

debout, par exemple en dessin ou pour certains travaux manuels. En prévoyant des postes de travail « debout » on gagne beaucoup de place et on satisfait un besoin physique des élèves. Parmi ces postes de travail, il est possible de prévoir une table d'expériences spécialement équipée. La présence d'un point d'eau et de plusieurs prises de courant est très importante et doit être prévue dans l'avenir.

3.2. Le rangement du matériel

Nous avons déjà évoqué le cas du matériel individuel. On peut ajouter qu'il est souhaitable que des casiers soient réservés au rangement de travaux en cours que les enfants pourront reprendre sans l'intervention du maître.

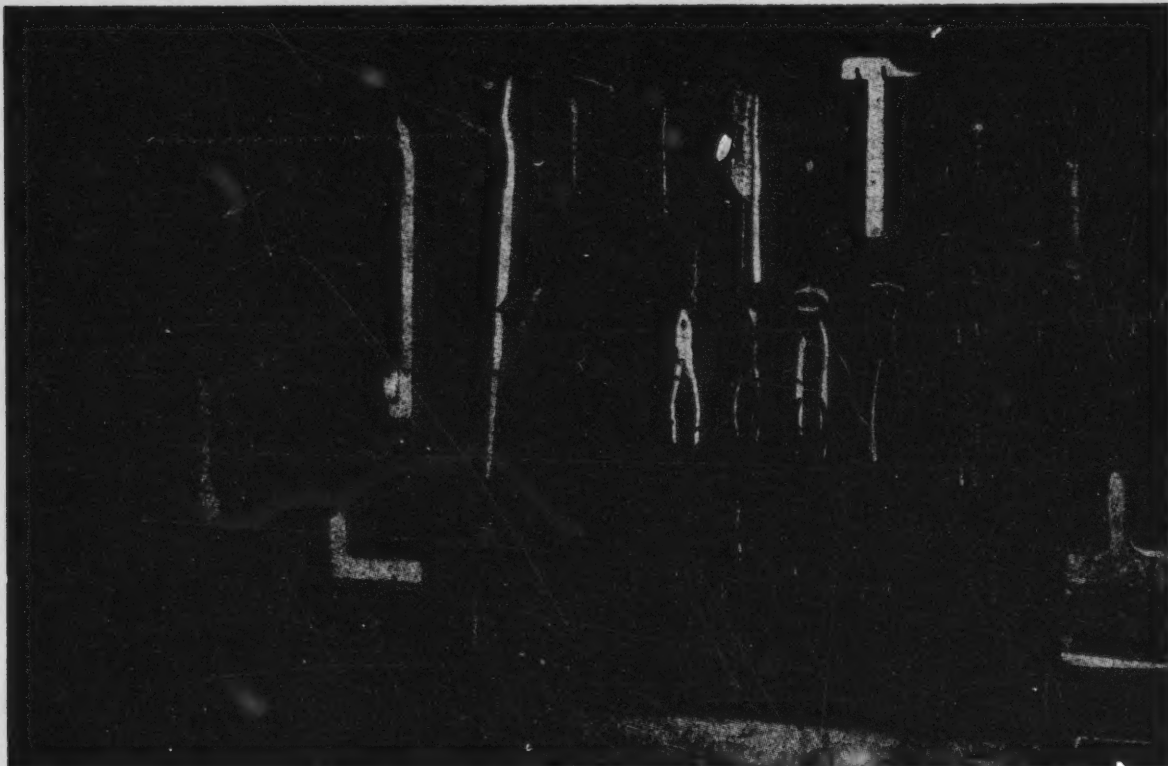
Pour ce qui est du matériel collectif, il est absolument primordial que son rangement soit orga-



Dans cette école à 2 classes, le préau fermé a aussi été équipé d'éléments de rangement « fabrication maison ». On voit ici la bibliothèque et, dans les éléments du bas, les fournitures pour travaux manuels. On notera le souci de créer un cadre agréable (rideaux en toile de Mayenne, dessus de table...) : les enfants se sentent à l'aise et respectent le matériel et les règles de vie fixés par le conseil de coopérative.

nisé de façon à permettre le libre accès des élèves aux livres, documents imprimés ou audio-visuel, fournitures, outils, matériel de sciences, etc. Il y a là une révolution à accomplir dans les habitudes : il

faut faire largement confiance aux enfants, mais aussi faire en sorte qu'ils se donnent une règle de jeu quant au soin apporté au matériel, et au rangement (cf. Conseils de coopérative).



« Une place pour chaque chose et chaque chose à sa place ». Le système de panoplies offre de multiples avantages : accessibilité des outils, indication claire de la place de rangement, inventaire permanent qui permet de rechercher aussitôt l'outil manquant.

Par ailleurs, il est souhaitable que le matériel soit non seulement accessible, mais aussi visible, de façon qu'il constitue une véritable incitation. Pour réaliser ces objectifs, l'armoire de rangement traditionnelle est certainement le meuble le plus inadapté. On peut l'améliorer en supprimant les portes. Mais il semble préférable de lui substituer

des rayonnages, des présentoirs de livres, des casiers, des tiroirs, des panoplies pour les outils (qui permettent d'assurer d'un seul coup d'œil l'inventaire et simplifient le rangement). On n'oubliera pas la boîte de « bric-à-brac » contenant toutes sortes d'objets divers qui donneront lieu à des utilisations inattendues.



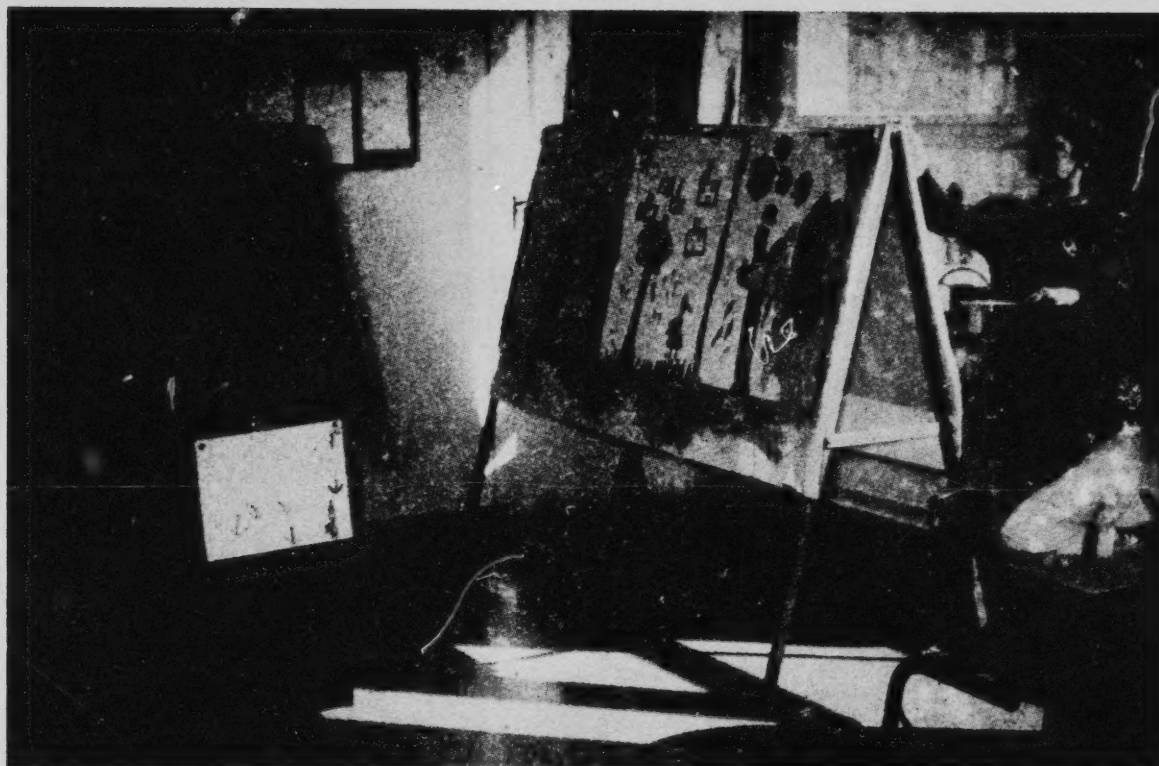
« La maison de poupées » a été construite par les plus grands dans un coin de la cour. Là encore, noter le souci de qualité de la présentation. La maison est très fréquentée pendant les récréations. Le volet se rabat et forme une tablette pour « jouer à la marchande ».

Dans toute la mesure du possible, on cherchera à réaliser des éléments de rangement transformables (possibilité de déplacer certaines étagères selon les besoins, de déplacer un élément entier sans trop de problèmes) ; il ne faut pas figer l'aménagement de la classe dans une disposition immuable.

Il est possible de réaliser facilement des éléments de rangement en latté ou contre-plaqué de 15 mm. On peut aussi penser à l'emploi de certains matériaux de récupération (plateaux de plastique vendus avec les fruits, par exemple), pour des boîtes de rangement.

Une réserve s'impose en ce qui concerne certains produits dangereux utilisés en sciences. Exceptionnellement, ils pourront être rangés à part, le maître les fournissant en fonction des besoins.

Le matériel de projection pourra être laissé à la disposition des enfants (ils manipulent bien chez eux projecteurs, électrophones, voire magnétophone). Il est important qu'un coin de la classe permette le visionnement de diapositives, de façon que les enfants puissent étudier des documents, ou les trier en vue d'une présentation à leurs camarades.



Qu'il est agréable de dessiner debout, et en grand format ! Chevalet « construction maison » pour 4 enfants. Il comporte une étagère permettant de poser peinture et matériel. A gauche, remarquer le meuble en épi qui permet d'isoler 2 coins de travail.

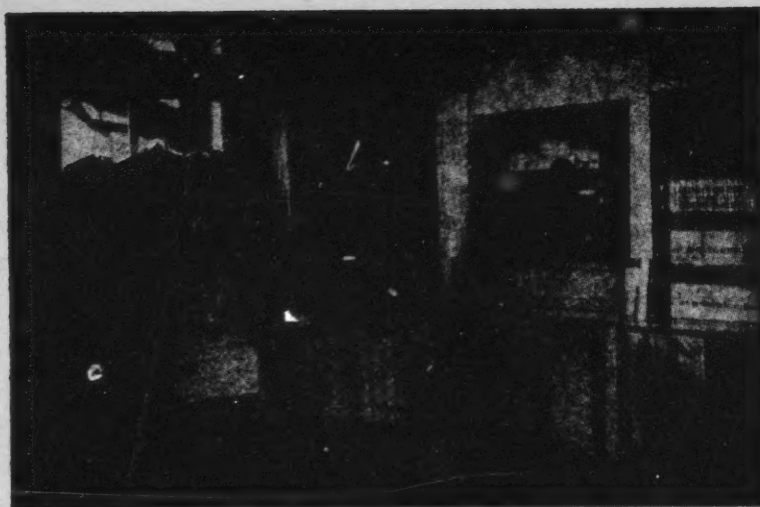
3.3. L'affichage et l'exposition

Des panneaux d'affichages et des étagères amovibles permettront d'exposer travaux, documents, objets. Il s'agit d'une fonction très importante dans l'environnement pédagogique. Le rôle des affichages et des expositions n'est pas seulement esthétique (décoration de la classe, développement du sens esthétique des enfants) : affichages et expositions permettent le résumé des activités, la communication écrite ou graphique d'un groupe avec le reste de la classe, etc. Ils peuvent également avoir un rôle dans la motivation des élèves.

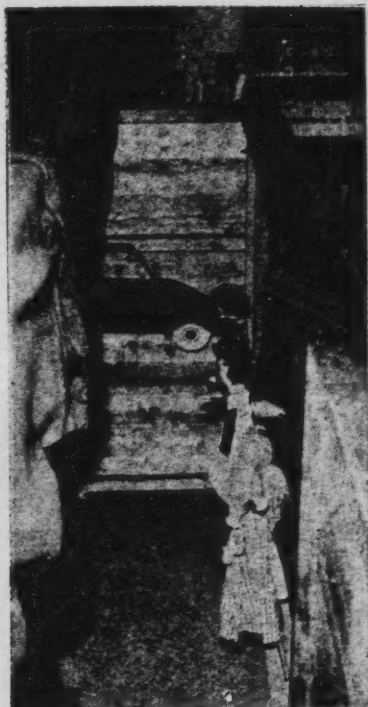
Il est souhaitable que les enfants participent à la mise en place (développement du sens esthétique, organisation de l'espace).

3.4. L'utilisation des murs et les coins spécialisés

Les exigences du rangement, de l'affichage, etc. conduiront le maître à « travailler les murs » au maximum. Bien vite, la surface lui fera défaut. Un moyen de résoudre ce problème est d'utiliser

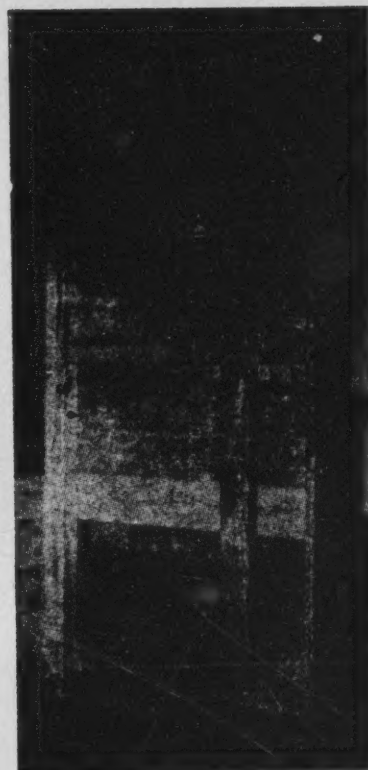


Le préau fermé de l'école d'Emanée accueille aussi l'appareil de télévision. Le standard téléphonique a été installé par les enfants avec l'aide des P.T.T. : le réseau extérieur dessert la classe, le préau, la maison de poupées. Grâce à lui, même les plus timides entretiennent des conversations avec leurs camarades. (Matériel réformé offert par les P.T.T.). A gauche, des éléments de déguisement. Les enfants s'en servent très librement et c'est le point de départ de nombreux jeux dramatiques.



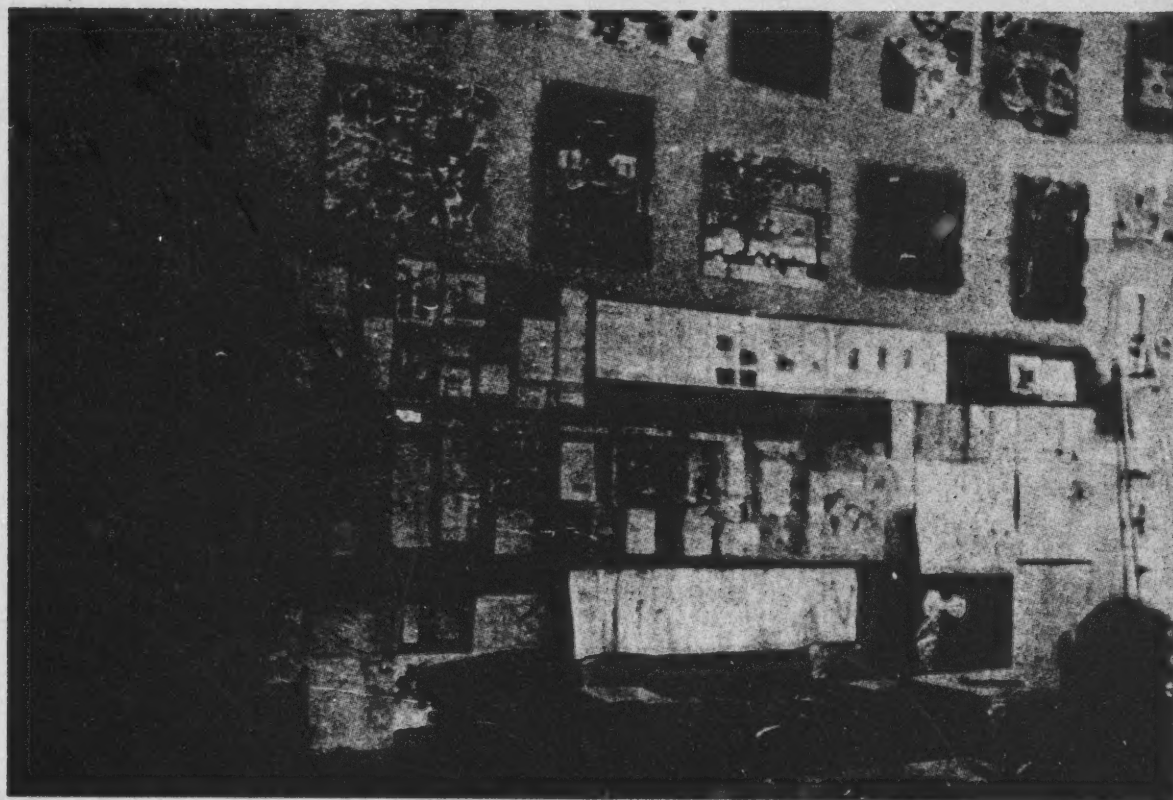
Toujours dans le préau fermé, le castelet de marionnettes. La partie haute, faite de planches, s'escamote au plafond grâce à un système de fils genre « séchoir à plafond » ; il supporte les projecteurs et les décors hauts. La partie basse est montée sur roulettes. Derrière l'avant-scène, un recoin permet de ranger les marionnettes. Le fond de scène est réglable en hauteur grâce à une série de trous (photo à droite).

L'ensemble du dispositif prend peu de place une fois tous les éléments rangés. Pourtant, c'est un crochet grand format où les jeux d'expression orale se passent d'incitation !



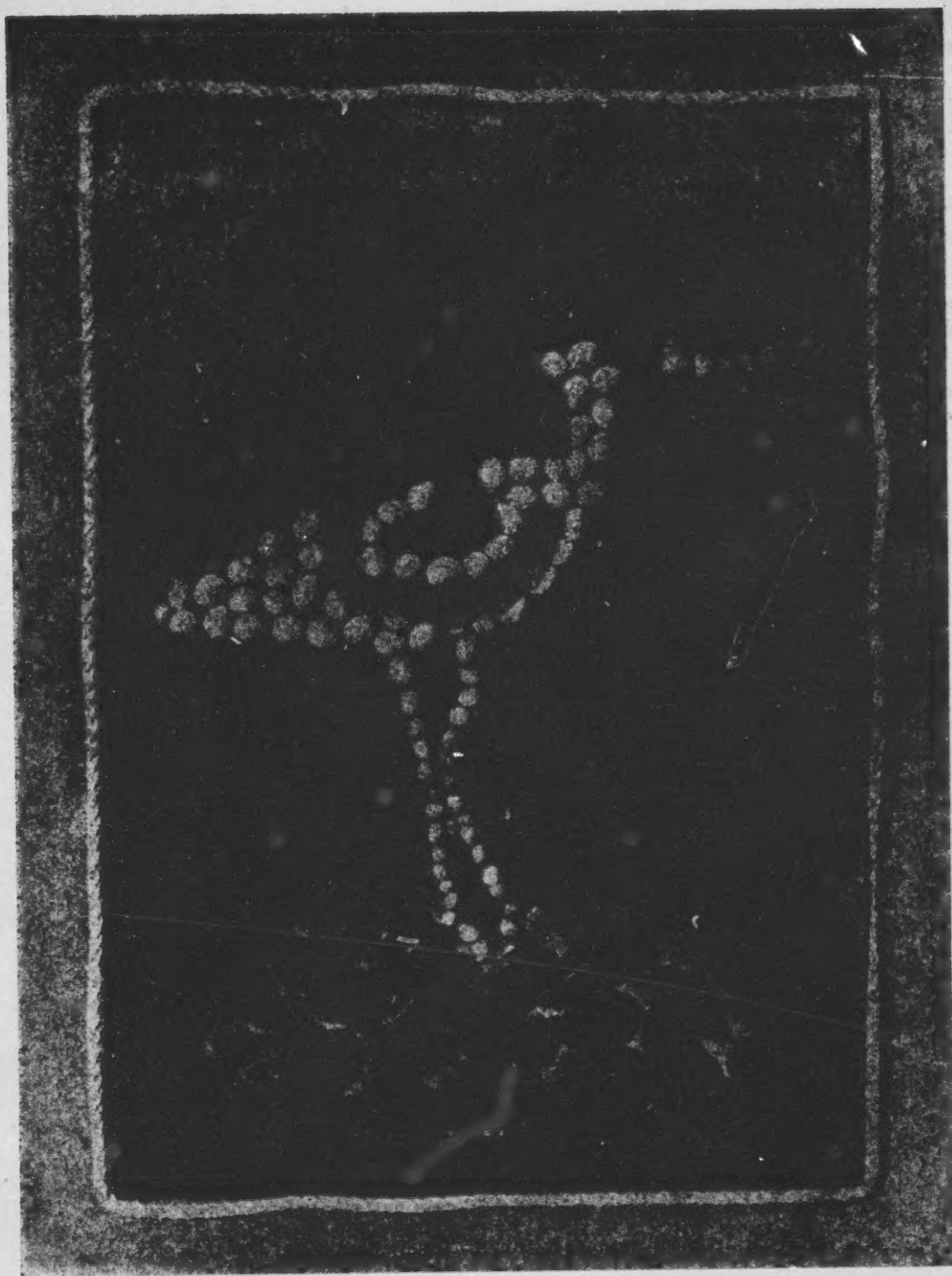
des meubles de rangement ou des panneaux d'affichage disposés en épi ou en accordéon, de façon à accroître la longueur utile. Les meubles en épi permettent d'ailleurs d'isoler des « coins spécialisés » : coin dessin, coin travaux manuels, coin lecture, coin nature, coin de vie, etc. Il faut remarquer toutefois que le maître sera vite bloqué dans

cette voie par la place disponible au sol. Il ne pourra guère réaliser plus de deux ou trois alvéoles où les enfants puissent rester pour leurs activités, et ces coins seront donc, le plus souvent, des coins de rangement spécialisés, où les enfants pourront prendre ce qui leur convient et repartir à leur table convenablement disposée.



Le panneau d'affichage des travaux d'élèves

La bibliothèque



Productions libres...

3.5. Un problème particulier élevages et cultures

Au cours de la recherche, de nombreuses classes ont réalisé des élevages et des cultures. On peut retirer de leur expérience les remarques suivantes :

3.5.1. Il est indispensable que les enfants assument des responsabilités dans leur entretien et leur maintien en bonne santé. Il y a lieu d'organiser très précisément ce service : répartition des tâches, éventuellement pointage des opérations effectuées, organisation de la collecte des observations,

Elevages, cultures et matériel d'entretien correspondant doivent donc être accessibles aux enfants

3.5.2. Lorsqu'il s'agit d'élevages ou de cultures d'intérieur, le cadre de la classe semble préférable à celui d'un local spécialisé accessible à plusieurs classes : on évite ainsi des problèmes de relations entre les classes, et surtout, on favorise l'observation continue des enfants. L'expérience montre que la gêne qui peut en résulter au début pour l'attention des élèves disparaît très vite et que le bilan est nettement positif.

La plupart des classes regroupent élevages et cultures — souvent plusieurs simultanément — dans un « coin nature » ou « coin vie ». Il convient d'en choisir soigneusement la place, en évitant la proximité des radiateurs et des fenêtres où le soleil peut faire plus de dégâts que le froid. Quelques classes possèdent des jardins individuels — traduire des petits pots ou bacs individuels — où chaque élève peut faire pousser ses propres plantes.

3.5.3. Il existe aussi des élevages et des jardins d'extérieur qui posent quelques problèmes délicats sur le plan collectif :

- là aussi plantes et bêtes doivent être soignées par les enfants, ce qui implique les mêmes précautions que ci-dessus ;
- il faut obtenir des autres enfants de l'école le respect des élevages et des cultures.

Une chose est certaine : il y a là un puissant centre d'attraction pour tous. Certaines écoles

ont un jardin collectif, d'autres réservent un coin de jardin par classe. Quelques-unes ont même des petits coins individuels (par exemple disposés selon un quadrillage avec des dalles alternées en damier).

Des jardins ont pu être réalisés même dans de grandes écoles urbaines, en défrichant un coin de pelouse avec l'autorisation de la Mairie.

Tous ces jardins sont conçus comme des terrains expérimentaux : on y cherche plus à faire des essais, à observer, à comparer (quelquefois avec les mêmes cultures en intérieur) qu'à réaliser des jardins d'agrément.

4. L'ORGANISATION DE L'ECOLE

En activité d'éveil, comme dans tous les secteurs de la rénovation pédagogique, une remise en cause de l'organisation des écoles paraît nécessaire sur différents plans, notamment :

- concertation, harmonisation des conceptions entre les différentes classes ;
- acquisition et utilisation du matériel ;
- constitution de centres documentaires.

De ce point de vue, les différentes équipes ont travaillé dans des conditions très différentes qui ne peuvent généralement pas être qualifiées d'idéales. Là encore, on ne peut que communiquer quelques réflexions sur ce qui paraît souhaitable.

La diversité des problèmes que les maîtres seront conduits à aborder en activités d'éveil suppose un effort important d'acquisition de matériel et de documentation. Les crédits sont actuellement insuffisants pour mettre en place dans les écoles un fonds qui n'existe que rarement. Beaucoup de maîtres regrettent de ne pouvoir disposer d'une part plus importante de l'allocation scolaire pour un premier investissement assez substantiel. Il serait souhaitable qu'un effort en ce sens soit fait rapidement.

Par ailleurs, l'utilisation des crédits actuellement disponibles pourrait être améliorée dans bien des cas. *Les manuels scolaires, inadaptés, sont inutiles et coûteux. Mieux vaudrait acquérir d'autres ouvrages. D'autre part, la tradition est encore vivace d'un équipement par classe qui conduit à des inves-*

tissements relativement importants pour une utilisation limitée. Bien des écoles à plusieurs classes vivent encore le temps du traditionnel « trésor des pirates » de chaque maître. Il importe de dépasser ces habitudes et d'imaginer des solutions qui permettront une utilisation plus rationnelle au niveau de l'établissement tout entier, voire d'un groupement de petites écoles. Cela implique une modification profonde des mentalités et des traditions. Car cette centralisation ne doit pas conduire à faire dormir l'équipement au fond d'armoires poussiéreuses pieusement cadenassées : le libre accès au matériel et aux documents dans la classe, que nous avons préconisé pour les élèves, doit exister pour les maîtres au niveau de l'établissement ou du centre de documentation.

Faute d'un personnel spécialisé — comme les *documentalistes* attachés aux établissements du second degré — il faut sans doute trouver des solutions coopératives, réviser la notion de « service » en l'élargissant à des problèmes de classement et d'entretien du matériel et de la documentation, peut-être aussi utiliser des parents d'élèves bénévoles. Quelle que soit la solution adoptée, il faut en tout cas que les adultes acceptent une règle du jeu analogue à celle qu'ils s'efforcent de faire respecter aux élèves dans la classe. Sans ordre, une telle entreprise est vouée d'avance à l'échec.

Lorsqu'il existe des locaux disponibles, il faut d'abord penser, croyons-nous, à réaliser un centre de documentation et de matériel. On devrait y

trouver les documents audio-visuels, des dossiers documentaires par thèmes, une bibliothèque centrale alimentée soit par des achats, soit par une antenne de bibliothèque municipale ou de bibliobus. Le 6^e Plan a d'ailleurs envisagé de telles éventualités. Selon les possibilités locales et selon les cas, les élèves pourraient travailler au centre documentaire ou disposer des moyens provisoirement mis à la disposition de la classe. Nous signalons qu'une circulaire n° 7/1012/1/53 du 19 août 1970 du Ministère Belge de l'Education donne d'importantes précisions sur « l'aménagement d'une salle de travail et de recherche ».

Il est possible aussi de prévoir certaines salles spécialisées, notamment pour l'utilisation de la télévision, du cinéma, etc...

En tout état de cause, la bijection traditionnelle, un local, une classe, correspond à une solution qu'il faut dépasser. Les futurs projets de construction devraient en tenir compte et chercher à mettre à la disposition des maîtres des locaux diversifiés. Dans l'immédiat, là où des locaux se libèrent par suite de variations de la population scolaire, il serait urgent de prendre des mesures conservatoires pour qu'ils soient laissés à la disposition des maîtres et non utilisés à d'autres fins. C'est trop souvent, actuellement, que de tels locaux sont retirés à l'école élémentaire, ou qu'on refuse les moyens de les utiliser (retrait des heures de nettoyage ou du mobilier par exemple).

QUELQUES ADRESSES UTILES

I - Verrerie, produits chimiques, petit matériel

AUZOUX	: 9, rue de l'Ecole-de-Médecine	PARIS (6')
BOUBEE	: 3, place Saint-André-des-Arts	PARIS (6')
COGIT	: 93, avenue P.-V.-Couturier	GENTILLY (94)
DEYROLLE	: 46, rue du Bac	PARIS (7')
GERKA	: 20, rue N.-D.-de-Nazareth	PARIS (3')
I.V.A.C.	: Rue H.-Boulenger	EPOUVILLE (76)
JEULIN	: 28, rue Lavoisier, Z.I. n° 2	EVREUX (27)
LEUNE	: 20, rue d'Enghien	LYON (2') (69)
L.M.E.	: 11, rue du Lycée-Lakanal	BOURG-LA-REINE (92)
MATLABO	: 5, rue Raymond-Guénot	LE HAVRE (76)
PIERRON	: 8, rue Louis-Pasteur	SARREGUEMINES (57)
PROLABO	: 12, rue Pelée	PARIS (11')
S.E.M.E.S.	: 21, rue de la Lancette	PARIS (12')
VAAST	: 17, rue Jussieu	PARIS (5')

II - Diapositives

ARMAND COLIN - BOURRELIER	: 103, boulevard Saint-Michel	PARIS (5')
DIAPOFILM	: 1, rue Villaret-de-Joyeux	PARIS (17')
LELARGE	: 66, faubourg Bonnefoy	TOULOUSE (31)
NATHAN	: 18, rue Monsieur-Le-Prince	PARIS (6')

**LISTE
DES PARTICIPANTS
A LA RECHERCHE**

C'est grâce aux travaux d'innovation et à la collaboration bénévole
des instituteurs des équipes de recherche que ce travail a été possible.
Nous les en remercions.

LISTE RECAPITULATIVE DES COMPTES RENDUS D'EXPERIENCES

ACADEMIE	TERRAIN D'EXPERIENCE	EQUIPE PEDAGOGIQUE	
		Nom du responsable ou du conseiller scientifique de l'expérience	Nom de l'instituteur ayant réalisé l'expérience
AIX-EN-PROVENCE	E.N.G., AIX	M ^{re} NURY, professeur d'E.N.	M ^{re} MOCCALDI C.E. 2 M. CHALLULEAU C.M. 2 M. MUELTEL C.M. 2 M. BEAUME C.P. M. SERAFINI C.M. 1
		M ^{re} LAMARQUE, professeur d'E.N.	M ^{re} LAMBLIN C.P. M ^{re} CHALLULEAU C.P. M ^{re} RAYNE C.P. M. LAMBLIN C.M. 2 M. LAMBLIN C.M. 2
		M. BOTTIN, professeur d'E.N.	M. CHALLULEAU C.M. 1 M. SANTOS C.E. 2 M ^{re} CHALLULEAU C.P.
		M ^{re} NURY, M. BOTTIN, professeurs d'E.N.	M. MONTEIL C.M. 1
		M. HOT, professeur d'E.N.	M ^{re} DEFEIGNIES C.M. 2 M ^{re} SINTES C.E. 2
	E.N.F., AIX	M. HOT, M ^{re} LAMARQUE, professeurs d'E.N.	M ^{re} DEFEIGNIES C.M. 2
		M. HOT, M. BOTTIN, professeurs d'E.N.	M ^{re} FAUQUE C.E. 2 C.M. 1 C.M. 2 C.M. 2
		M. SELTNER, I.D.E.N.	M ^{re} SASERAS C.M. 1 M. VARGAS C.E. 2 M. SASERAS C.M. 2 M ^{re} SASERAS C.M. 1 C.M. 2
		Inspection départemen- tale de l'Education na- tionale, circonscription d'ORANGE	

REALISEES DANS DES CLASSES DU CYCLE ELEMENTAIRE

INTITULE DU COMPTE RENDU D'EXPERIENCE	CODE
— Les oiseaux — Le parasite de la piéride du chou — La végétation provençale est adaptée à la sécheresse — Etude de la croissance sur des jeunes plantes et sur les élèves de la classe — La nutrition - la digestion — Les relations cœur-poumon	01.1.a 01.1.b 01.1.c 01.1.d 01.1.e 01.1.e'
— Apprentissage de la lecture et éveil à la vie — Elevage d'un couple de Hamster — La notion d'être vivant — La dentition chez les mammifères — La fusion	01.1.f 01.1.g 01.1.h 01.1.i 01.1.j
— Construction d'un pont-levis — Les différents états de la matière — Sons et vibrations	01.1.k 01.1.l 01.1.m
— La vision	01.1.n
— Le gaz carbonique — Les différents états de la matière	01.2.a 01.2.b
— De la grappe au vin	01.2.c
— Mesure des poids : utilisation de la balance — Notion de circuits électriques — Notion de corps conducteurs — La solubilité	01.2.d 01.2.e 01.2.f
— La croissance - la respiration — La germination d'un plant de haricot — Le cœur et la circulation sanguine — Biométrie — La vigne à Châteauneuf-du-Pape	01.3.a 01.3.b 01.3.c 01.3.d 01.3.e

ACADEMIE	TERRAIN D'EXPERIENCE	EQUIPE PEDAGOGIQUE	
		Nom du responsable ou du conseiller scientifique de l'expérience	Nom de l'instituteur ayant réalisé l'expérience
AMIENS	E.N.G., AMIENS	M. LEFEBVRE, professeur d'E.N.	M. CHÉRY C.M. 1 C.M. 1 M. BOSSEUR, directeur d'école d'application
BESANÇON	E.N.F., BESANÇON	M ^{me} OBERT, professeur d'E.N.	M ^{me} CUNY C.M. 1 M ^{me} DAMPERRON C.M. 1 M ^{me} GUILLOT C.M. 1
	E.N.G., BESANÇON	M. TOITOT, professeur d'E.N.	M. MOYSE C.M. 2
BORDEAUX	E.N.G., DAX	M. LALANNE, professeur d'E.N.	M. WILLENS C.M. 1 M. BARBE C.E. 1, C.E. 2 M. BEROT C.P. M. BARBE C.E. 1, C.P., C.E. 2 C.P. M. BARBE C.E. 2 M. BARBE C.E. 1, C.E. 2 M. PABON C.P. C.M.
	E.N.M., AGEN	M ^{me} CESSAC, professeur d'E.N.	C.E. 2 M ^{me} SOULIGNAC C.M. 1 M ^{me} SOULIGNAC C.M. 1 C.M. 1 C.M. 1 C.E. 2 M. CORTINOVIS C.E. 2 M ^{me} SOULIGNAC C.M. 1 C.E. 2 C.M. 1 C.M. 1 C.E. 2
		M ^{me} MARESCOT, professeur d'E.N.	M ^{me} VITRAC C.E. 1 C.M. C.P. M. FRERE C.M. 1

INTITULE DU COMPTE RENDU D'EXPERIENCE	CODE
— Les oiseaux — La ferme des lagaches — Les classes vertes dans la région amiénoise	02.1.a 02.1.b 02.1.c
— Les cygnes et les autres oiseaux — Etude d'un milieu aquatique — Géologie - mesures : notion de poids volumiques	03.1.a 03.1.b 03.1.c
— Géologie	03.2.a
— Influence de l'eau de ruissellement sur le sol — Expérience de diététique chez le cobaye — Etude scientifique de la germination des graines — Etude scientifique de la germination d'une plante — Etude de l'évolution d'un œuf et de la naissance d'un poussin — Comment fait-on du vin ? — Je laisse du vin à l'air — Etude de la naissance des poussins — Développement de l'œuf de la limnée palustre	04.1.a 04.1.b 04.1.c 04.1.d 04.1.e 04.1.f 04.1.g 04.1.h 04.1.i
— Le jardin de l'école maternelle annexe — La vaccination — Le sang — La vie avant la naissance — Le jardin de la maîtresse en hiver — Etude de l'homme — Les bourgeons en hiver — La cour de l'école maternelle en hiver — Les migrations — Le corps de l'enfant : contribution à la recherche des représentations spontanées de l'enfant — Le cœur — Nos membres	04.2.a 04.2.b 04.2.c 04.2.d 04.2.e 04.2.f 04.2.g 04.2.h 04.2.i 04.2.j 04.2.k 04.2.l
— Eau et kérosène — Notion de masse — Les aimants — Notion de masse	04.2.m 04.2.n 04.2.o 04.2.p

ACADEMIE	TERRAIN D'EXPERIENCE	EQUIPE PEDAGOGIQUE	
		Nom du responsable ou du conseiller scientifique de l'expérience	Nom de l'instituteur ayant réalisé l'expérience
BORDEAUX	E.N.M., AGEN	M ^{me} MARESCOT,	M. SOUQUET C.M. 2 école maternelle (section des grands) et C.P. début d'année M ^{me} LAURANS C.P. C.E. 2, C.M. M ^{me} COUDERE C.M. 2 C.M. C.M. 2 C.M. 2 M ^{me} SIGOLES C.P. M ^{me} VITRAC C.E. 1 C.M. 1 M ^{me} MASO C.P.
CAEN	E.N.F., CAEN	M. BRUNEAU, professeur d'E.N.	Fiche technique M ^{me} AUBREY C.M. 1
		M. BRUNEAU, M ^{me} ROGER, professeurs d'E.N.	M ^{me} RIOULT C.P.
		M ^{me} ROGER, professeur d'E.N.	M ^{me} RIOULT C.P. M ^{me} GEY C.E. 2 M ^{me} ALEXANDRE C.E. 1 M ^{me} LENVOISE C.E. 2 M ^{me} DESECHALLIERS C.M. 1 M ^{me} AUBREY C.E. 1 C.E. 1
		M. BRUNEAU, M ^{me} ROGER, M ^{me} LEBOUCHER, professeur d'E.N.	
CLERMONT-FERRAND	E.N.M., MOULINS	M. MEILHAUD, M. PONS, professeurs d'E.N.,	M. CHAPET C.M. 2 M. CHAPET C.M. 2 M. CHAPET C.M. 2 M ^{me} DELORME C.E. 2 M. CHAPET C.M. 2
		M. PARISOT, professeur d'E.N.	C.E. 2, C.M. 1, C.M. 2

INTITULE DU COMPTE RENDU D'EXPERIENCE	CODE
— La lampe torche — La notion de poids — L'aspirateur — Approche de la notion de masse volumique — Expérience sur la dissolution — Notion de masse volumique — La notion d'équilibre thermique — Flottabilité de quelques objets — Comment faire pour transvaser l'air d'un verre A dans un verre B — Les propriétés de l'état liquide — Electricité (à partir de la lampe torche)	04.2.q 04.2.r 04.2.s 04.2.t 04.2.u 04.2.v 04.2.w 04.2.y 04.2.x 04.2.z 04.2.z'
— Il est toujours bon de savoir d'où vient le vent — Les cuisines de l'école normale	05.1.a 05.1.b
— Notion de temps : avant, pendant, après	05.1.c
— L'hirondelle des cheminées — L'hirondelle des cheminées — L'hirondelle des cheminées — Ce qui vit dans notre quartier — Etude du milieu urbain — Etude du maïs — Elevage d'un cobaye et d'un hamster — Disciplines d'éveil au C.E.	05.1.d 05.1.e 05.1.f 05.1.g 05.1.h 05.1.i 05.1.j 05.1.k
— La respiration — Les microbes — Visite d'un élevage de vaches charolaises — L'enfant, les animaux et le froid — Comment obtient-on une photo ? — Les géraniums	06.1.a 06.1.b 06.1.c 06.1.d 06.1.e 06.1.f
— L'appareil photographique	06.1.g

ACADEMIE	TERRAIN D'EXPERIENCE	EQUIPE PEDAGOGIQUE	
		Nom du responsable ou du conseiller scientifique de l'expérience	Nom de l'instituteur ayant réalisé l'expérience
	E.N.M., AURILLAC	M. VUITTENEZ, professeur d'E.N.	M. et M ^{me} DELMAS M ^{me} LACASSAGNE M. et M ^{me} VIALA M. et M ^{me} MARTY M ^{me} JODET M ^{me} CHAMP M. BONAL, M ^{me} BARRIER
DIJON	E.N.F., DIJON	M. DELCOURT, M ^{me} DUBE, professeurs d'E.N.	C.M. 1 C.M. 1 C.M. 1
		M ^{me} DUBE, professeur d'E.N.	C.M. 2 Test M. DE HAESE C.M. 2, C.M. 1 M ^{me} GOGUEY C.M. 1 C.E. 2 C.M. 1 M ^{me} GEY C.M. 2
		M. DELCOURT, professeur d'E.N.	M ^{me} GOGUEY C.M. 1 M ^{me} GOGUEY C.M. 1
	E.N.G., MACON	M ^{me} VAUTREY, professeur d'E.N.	M. BELLECQ C.M. 1 C.E. 2 C.E. 1 M. BOURGEOIS C.P. M. RACOUCHOT C.M. 2 M ^{me} ROSI M. BELLECQ C.M. 1 M. BERANGER C.E. 1 M. BERANGER C.E. 1 M. CHAU C.E. 2 M. BERANGER C.M. 2 C.M. 2 Fiche technique

INTITULE DU COMPTE RENDU D'EXPERIENCE	CODE
— Structuration du temps et de l'espace — La fourmilière	06.2.a 06.2.b
— Ce qui salit, souille, pollue l'eau de nos rivières — Protection de la nature — Au désert	07.1.a 07.1.b 07.1.c
— Le gui — Conception par l'enfant de la notion de vie et d'être vivant — Transplantation - germination (rôle des engrais) — Les mantes — Observation d'un jeune plant de marronnier — Recherche relative au concept de vie — Les rapaces : chaînes alimentaires	07.1.d 07.1.e 07.1.f 07.1.g 07.1.h 07.1.i 07.1.j
— Etude des fruits sauvages — Les migrations — Ecologie : - les chaînes alimentaires - les sols - les lombrics	07.1.k 07.1.l 07.1.m 07.1.n 07.1.n
— Les champignons — Germination et croissance des jeunes plantes — La germination — Etude des sons produits par des cordes vibrantes — L'arbre — Echanges de chaleur — Arbres et arbustes — Les liquides — Les sons : émission — La pression atmosphérique — Lumière et ombre — Chaleur, son, lumière	07.2.a 07.2.b 07.2.c 07.2.d 07.2.d 07.2.e 07.2.f 07.2.g 07.2.h 07.2.i 07.2.j 07.2.k 07.2.l

ACADEMIE	TERRAIN D'EXPERIENCE	EQUIPE PEDAGOGIQUE	
		Nom du responsable ou du conseiller scientifique de l'expérience	Nom de l'instituteur ayant réalisé l'expérience
DIJON	E.N.G., NEVERS	M ^{re} CLAVIER, professeur d'E.N.	C.E. 2, C.M. 1, C.M. 2
			C.E. 2 C.M. 1 M. PLANTARD C.E. 2 M ^{re} ROBILLARD C.M. 1 M. PLANTARD C.E. 2 M. FAULON C.M. 2 M. FAULON C.M. 2 M ^{re} ROBILLARD C.M. 1 M ^{re} ROBILLARD C.M. 1 C.M. 2
GRENOBLE	E.N.F., ANNECY	M ^{re} DEROSI, professeur d'E.N.	M ^{re} PAGNEUX C.P.
LILLE	E.N.G., ARRAS	M. FAUQUET, professeur d'E.N.	M. BECH C.M. 2 M. DENISSEL C.M. 2 M. MASSART C.M. 1 M. FLAHEL C.E. 2 C.M. 1 M. BERNARDI C.E. 1 M. FLAHEL C.E. 2 M. MASSART C.M. 1 M ^{re} BECH C.M. 2 C.M. C.E. 1 C.E. 2 C.M. 1 C.M. 2 M ^{re} BESCH C.M. 2 C.E. 2 C.M. 1 C.M. 2 M. BECH C.M. 2
	E.N.F., ARRAS	M ^{re} BEAUFILS, professeur d'E.N.	C.E. 2 M. DELATTRE C.E. 2 M ^{re} DESPLANQUE M. DELAHRE C.M. 1 C.M. 2
		M. BERTHELOT, professeur d'E.N.	C.P., C.E. 1, C.E. 2, C.M. 1 S.E., C.M. 2, F.E. M ^{re} BONNET C.M. 1 M ^{re} LEFELLE C.E. 1 M ^{re} LAUTH C.M. 2

INTITULE DU COMPTE RENDU D'EXPERIENCE	CODE
— Analyse de documents audio-visuels (tête de vache, film 8 mm - Le bourgeon à bois) — La grenouille — La larve d'agrion — Observation d'une souris blanche et d'un hamster blanc (expérience de communication inter-classes) — Le poisson rouge — Le développement du papillon — Reproduction des mammifères — Observation d'animaux, lapin, hamster, et souris blanche — La photographie — Les papillons	07.3.a 07.3.b 07.3.c 07.3.d 07.3.e 07.3.f 07.3.g 07.3.h 07.3.i 07.3.j 07.3.k
— Structuration des concepts « vie, espace, temps »	08.1.a
— Visite d'un bois en hiver — Visite d'un bois en hiver — Visite d'un bois en hiver — Visite d'un bois en hiver — Approche de la notion de peuplement forestier — Exploitation de la visite d'une ferme — Exploitation de la visite d'une ferme — Exploitation de la visite d'une ferme — Exploitation de la visite d'une ferme — Eveil à la technologie - Jaugeage de cuves opaques — Visite d'une boulangerie industrielle — Visite d'une boulangerie industrielle — Visite d'une boulangerie industrielle — Visite d'une boulangerie industrielle — Fonction de reproduction — Les champignons — Les champignons — Les champignons — La notion de fonction de reproduction	09.1.a 09.1.b 09.1.c 09.1.d 09.1.e 09.1.f 09.1.g 09.1.h 09.1.i 09.1.j 09.1.k 09.1.l 09.1.m 09.1.n 09.1.o 09.1.p 09.1.q 09.1.r 09.1.s
— La chasse — La farine — La farine — La farine — La farine	09.2.a 09.2.b 09.2.c 09.2.d 09.2.e
— Elevage de petits animaux en classe — L'anodonte est-il un animal vivant ? — Exploration du bois de Riammont — Exploration du bois de Riammont	09.2.f 09.2.g 09.2.h 09.2.i

ACADEMIE	TERRAIN D'EXPERIENCE	EQUIPE PEDAGOGIQUE	
		Nom du responsable ou du conseiller scientifique de l'expérience	Nom de l'instituteur ayant réalisé l'expérience
LILLE	E.N.G., DOUAI		M ^{me} BONNET C.M. 1 C.E. 1, C.M. 1, C.M. 2 M ^{me} LEFELLE C.E. 1 M ^{me} LOUTH C.M. 2 M ^{me} FURMANAK C.M. 1, C.M. 2
		M. TRYOEN, professeur d'E.N.	M. DUJARDIN C.M. 1 M. DUJARDIN C.M. 1
		M. GUILMOT, professeur d'E.N.	M. BOUTIN C.M. 1 C.E. 1, C.E. 2
		M ^{me} MALEXIS, professeur d'E.N.	M. PEREZ C.M. 1 M. LOURDEAUX C.P.
		M ^{me} MALEXIS, M. TRYOEN, M. FRATTINI, professeurs d'E.N.	M. DUJARDIN C.M.
		M. FRATTINI, M ^{me} MALEXIS,	C.P.
		M. FRATTINI, professeur d'E.N.	C.P., C.E.
		M ^{me} FONTAINE, professeur d'E.N.	M ^{me} NOCON (école maternelle, classe des grands)
		M ^{me} FREMAUX, professeur d'E.N.	M ^{me} CARON C.E. 2 M ^{me} DRECQ C.M. 1
		M ^{me} CARLIER, professeur d'E.N.,	M ^{me} DELILLE C.M. 2 M ^{me} DEMAGNY C.E. 2, C.E. 1
		M ^{me} FREMAUX, M ^{me} CARLIER,	M ^{me} DRECQ C.M. 2 M ^{me} DELILLE C.M. 2 M ^{me} DEMAGNY C.E. 1 C.M. 1 Ecole maternelle et classes élémentaires
		M ^{me} DALOUBEIX, professeurs d'E.N.	C.M. 1, C.M. 2 M ^{me} DESVILLETES C.E. 1 C.E. 2
LIMOGES	E.N.M., GUERET		

INTITULE DU COMPTE RENDU D'EXPERIENCE	CODE
— Exploration du bois de Riammont — Les oiseaux exotiques exposés à la foire de Lens — Le développement du marron et des graines — Les os, le squelette humain — L'air et la vie	09.2.j 09.2.j' 09.2.k 09.2.l 09.2.m
— L'écluse, les vases communicants et leurs applications — L'air et les gaz	09.3.a 09.3.b
— Exploitation d'un élevage — Initiation à la diététique	09.3.c 09.3.d
— De la fleur au fruit — Concept de vie	09.3.e 09.3.f
— Approche du concept de cycle.	09.3.g
— Constitution d'un dossier croissance	09.3.h
— L'humour et la bande dessinée en activité d'éveil	09.3.i
— La lampe torche	09.4.a
— L'œil — L'œil	09.4.b 09.4.c
— La peau	09.4.d
— La peau	09.4.e
— Etude du Parc Brossolette — Etude du Parc Brossolette — Le bulbe de la tulipe — Les dents	09.4.f 09.4.g 09.4.h 09.4.i
— Enquête sur la représentation de son corps par l'enfant	09.4.j
— La forêt et son évolution — La vie des fourmis	10.1.a 10.1.b

ACADEMIE	TERRAIN D'EXPERIENCE	EQUIPE PEDAGOGIQUE	
		Nom du responsable ou du conseiller scientifique de l'expérience	Nom de l'instituteur ayant réalisé l'expérience
	E.N.M., GUERET	M ^{me} DALOUBEIX, professeur d'E.N.	M ^{me} PIERRON C.P., C.E. 2 M ^{me} LASTERNAS C.M. 1 C.M. 2 M ^{me} DESVILLETES M ^{me} LASTERNAS C.M. 1 C.M. 2 M ^{me} MALDANT C.M. 1 C.M. 2 M ^{me} LASTERNAS C.M. 1 C.M. 2
LYON	Inspection départemen- tale de l'Education na- tionale, circonscription de BELLEY	M. LAFFONT, I.D.E.N.	M. FRERS (classe unique) M. DUCOLOMB C.M. 1 C.M. 2
	E.N.G., BOURG-EN- BRESSE	M. DEVELAY, professeur d'E.N.	M ^{me} LAMARCHE C.P. M. NOGUER C.E. 1 M. SANCHEZ C.M. 1 C.M. 2 C.P.
NANTES	E.N.F., ANGERS	M. GRASSIN, professeur d'E.N.	C.P., C.E., C.M., C.M. 1 Information des maîtres C.M. 1
	E.N.G., LE MANS	M. MOENNAN, professeur d'E.N.	M ^{me} DARLOT C.E. 1 C.E. 2 M. LESQUELIN C.E. 2
	E.N.F., LE MANS	M. GARDE	M ^{me} GASSET C.M. 1 M. et M ^{me} GOLMER C.M. 2 M ^{me} GOMART
NANCY	E.N.F., METZ	M ^{me} HERRIOT, professeur d'E.N.	
NICE	E.N.G., NICE	M ^{me} BORNANCIN, professeur d'E.N.	M. COLDEBŒUF C.P. M ^{me} CATANIA C.P. M ^{me} PUIG C.E. 1 M ^{me} PUIG C.E. 1 M ^{me} PUIG C.E. 1

INTITULE DU COMPTE RENDU D'EXPERIENCE	CODE
— Etude des cobayes — De la chenille au papillon — Etude d'un animal aquatique : le poisson — La croissance des os — Le lapin — La circulation sanguine	10.1.c 10.1.d 10.1.e 10.1.f 10.1.g 10.1.h
— L'eau des fossés source de vie — Evolution des zones de végétation à Cuoz	11.1.a 11.1.b
— La tourterelle — Le poisson chat — La souris un rongeur — La croissance	11.2.a 11.2.b 11.2.c 11.2.d
— L'écrevisse — Etude des pelotes de régurgitation des rapaces — Le milieu et les êtres vivants	12.1.a 12.1.b 12.1.c
— La grenouille verte — Le poisson — Les relations entre l'espèce et le milieu	12.2.a 12.2.b 12.2.c
— Les horloges	12.3.a
— Bilan de la recherche (disciplines d'éveil)	13.1.a
— A propos de la fleur et des fruits — Elevage d'un lézard vert — Elevage de hamster — Où vont les aliments que nous mangeons ? — Le lait	14.1.a 14.1.b 14.1.c 14.1.d 14.1.e

ACADEMIE	TERRAIN D'EXPERIENCE	EQUIPE PEDAGOGIQUE	
		Nom du responsable ou du conseiller scientifique de l'expérience	Nom de l'instituteur ayant réalisé l'expérience
ORLEANS-TOURS	E.N.G., NICE	M ^{me} BORNANCIN, professeur d'E.N.	M ^{me} CATANIA C.M. 1 C.P.
			M ^{me} PUIG C.E. 1 C.M. 1
			C.P., C.E. 1, C.E. 2, C.M. 1 C.M. 2
			M ^{me} ALLAVENA C.M. 1 C.E. 1, C.E. 2
			C.P., C.E. 1, C.E. 2, C.M. 1 C.M. 2
	E.N.G., ORLEANS	M. TAVERNIER, professeur d'E.N.	M ^{me} GRILLOT C.E. 2 M ^{me} GRILLOT C.E. 1
			Rapport de l'unité écologie (année 72-73)
		M. SOUESME, professeur d'E.N.	C.M. 1 C.M. 2
	E.N.F., CHARTRES	M ^{me} NEYRAT, M ^{me} JEDYNAK, professeurs d'E.N.	M ^{me} AUTE C.E. M ^{me} HOERNER C.E.
		M ^{me} NEYRAT, professeur d'E.N.	C.M. 1, C.M. 2
	E.N.G., CHATEAUROUX	M ^{me} GOBIN, professeur d'E.N.	M. BOURGEOIS C.M. 1, C.M. 2
	E.N.F., TOURS	M ^{me} BLOIS, professeur d'E.N.	M. BREGEAUD classe unique
PARIS	E.N.F., BATIGNOLLES	M ^{me} FROTTIER, M. GILLIE, professeurs d'E.N.	M ^{me} LEANDRI C.E. 2 M ^{me} LEANDRI C.M. 2 M ^{me} SARAIN C.M. 2 classes du C.P. au C.M.
	E.N.G., VERSAILLES	M. COMBES, professeur d'E.N.	M ^{me} COMBES C.P. C.M. 2

INTITULE DU COMPTE RENDU D'EXPERIENCE	CODE
— Exploitation d'une sortie — L'enfant, être vivant — Le mouvement — Le sang — Recherche des questions que les enfants se posent sur leur corps et des représentations qu'ils en ont — Le cœur — A la recherche des obstacles à l'étude des fonctions d'excrétion — Quelques questions en rapport avec l'éducation sexuelle posées dans diverses classes	14.1.f 14.1.g 14.1.h 14.1.i 14.1.j 14.1.k 14.1.l 14.1.m
— Les dents — Que deviennent nos aliments ? — L'enfant et son corps — Les élevages au cours préparatoire	15.1.a 15.1.b 15.1.c 15.1.d
— Le batteur : transmission d'un mouvement de rotation avec changement d'axe et de vitesse	15.1.e
— Connaissance du milieu naturel grâce à des observations continues	15.2.a 15.2.b
— L'étoile de mer	15.2.c
— Etude expérimentale de la fermentation alcoolique	15.3.a
— L'enfant et son corps	15.4.a
— L'eau et notre vie (dossier-documentation) — Solubilité - insolubilité — Les fossiles du gypse de Montmartre — Les nymphéas — Initiation à une réflexion sur des objets familiers ou de la vie courante — Classements	16.1.a 16.1.b 16.1.c 16.1.d 16.1.e 16.1.f
— Le monde vivant — Construction d'un appareil pour fabriquer de l'eau distillée : l'alambic	16.2.a 16.2.b

ACADEMIE	TERRAIN D'EXPERIENCE	EQUIPE PEDAGOGIQUE	
		Nom du responsable ou du conseiller scientifique de l'expérience	Nom de l'instituteur ayant réalisé l'expérience
PARIS	Inspection départemen- tale de l'Education na- tionale, circonscription des HAUTS-DE-SEINE	M. DUSSARDIER, I.D.E.N.	M ^{me} BUISSET C.E. 2 M ^{me} MORIN C.M.
	E.N.F., LE BOURGET	M ^{me} DUPOUY, professeur d'E.N.	C.M. 2 M ^{me} HERMANSE C.M. 2 M ^{me} BARADOUX C.M. 1
		M ^{lle} ZELENTSOFF, professeur d'E.N.	C.P. M ^{me} CHAT C.E. 1 M ^{me} CHAT C.E. 1 C.M. 2 M ^{me} TEMPY C.P. M ^{me} ROERGE C.M. 1
	Ecole de CHELLES	M. GONTHIES, directeur d'école	C.M. 2
	E.N.F., SAINT- GERMAIN-EN-LAYE	M ^{lle} DEUNFF	M. ATTOUCH C.M. 2 M ^{me} DUBOIS C.P. M ^{me} BESCARMETIER C.P. M. BOISSENIN C.M. 2 M. JUPIN C.P.
POITIERS	E.N.F., POITIERS	M ^{lle} BEAUMONT, professeur d'E.N.	M ^{me} GIRAUDEAU C.E. 1, C.E. 2 M ^{lle} GOURCEAU C.M. 2 C.M. 2 M ^{me} MARCHAND C.M. 1 M ^{me} GIRAUDEAU C.E. 2
	E.N.F., NIORT	M ^{lle} MARSEAU, professeur d'E.N.	M ^{me} PETAIN C.M. 2 M ^{me} VEGRIER C.E. 2, C.M. 1 M. TALON C.M. 1 M ^{me} VEGRIER C.E. 2, C.M. 1

INTITULE DU COMPTE RENDU D'EXPERIENCE	CODE
— L'œuf : croissance et naissance du poussin — Les arbres — La vie de l'escargot	16.3.a 16.3.b 16.3.c
— La mer — La ferme — Les tissus	16.4.a 16.4.b 16.4.c
— Les aimants — Germination et croissance des jeunes plantes — L'acoustique dans ses rapports avec la musique — La mesure du temps — Etude d'un instrument à cordes. La guitare — La photographie	16.5.a 16.5.b 16.5.c 16.5.d 16.5.e 16.5.f
— Compte rendu de quelques expériences réalisées dans le cadre des activités d'éveil	16.6.a
— Comment vivent les vers de terre — L'électricité — Les aimants — Les ressorts — Le jaugeage de la cuve à mazout — Les micro-organismes — L'enlèvement des ordures ménagères — Nous avons des têtards dans la classe	16.7.a 16.7.b 16.7.c 16.7.d 16.7.e 16.7.f
— Etude de quelques roches sédimentaires — Etude de quelques roches sédimentaires — La lumière — L'écrevisse — Des ruminants dans la montagne	17.1.a 17.1.b 17.1.c 17.1.d 17.1.e
— Visite d'une carrière — Etude d'une haie — La forêt en hiver — Les rongeurs	17.2.a 17.2.b 17.2.c 17.2.d

ACADEMIE	TERRAIN D'EXPERIENCE	EQUIPE PEDAGOGIQUE	
		Nom du responsable ou du conseiller scientifique de l'expérience	Nom de l'instituteur ayant réalisé l'expérience
REIMS	E.N.F., SAINTE-SAVINE	M. PAULIN, professeur d'E.N.	M ^{me} STEFFMANN C.M. M. PETIT C.E. 1 C.E., C.M. M. BENOL C.M. 1 M ^{me} BERNARD C.E. Dossiers pédagogiques Cours mixtes handicapés moteurs et déficients physiques Dossier pédagogique M ^{me} ROUFF C.E. 1, C.E. 2 M. BERSOL C.M. Dossier pédagogique M ^{me} OPILLARD classe unique C.M., C.P., C.E. M ^{me} OPILLARD C.M., C.P., C.E. Dossier pédagogique Dossier pédagogique Dossier pédagogique C.E. 2
RENNES	Inspection départemen- tale de l'Education na- tionale, circonscription de CHATEAULIN	M. MORISSET, I.D.E.N.	M. SALAUN C.E. M. SALAUNE C.E. M ^{me} QUINTRIC C.M. 1, C.M. 2 M ^{me} PRIGENT C.P. C.P. M ^{me} COIC C.M. 2 M ^{me} MILLOUR KERLOC'K C.M. M ^{me} PRIGENT C.M. 2, F.E. C.P.
	E.N.F., QUIMPER	M ^{me} BEULZE, professeur d'E.N.	M ^{me} POINSON C.M. 2 M ^{me} DURAND C.P. M ^{me} COUBON FAUCQUETTE C.E. M ^{me} JAFFREZA C.M. 1 M ^{me} POINSON C.M. 1 C.M. 2

INTITULE DU COMPTE RENDU D'EXPERIENCE	CODE
— Le pétrole et ses dérivées : la parafine — La dissolution — Combustions — La pression atmosphérique — Les dilatations — La craie — Propagation de la chaleur — La dilatation des solides — L'évaporation — L'évaporation — L'évaporation	18.1.a 18.1.b 18.1.c 18.1.d 18.1.e 18.1.f 18.1.g 18.1.h 18.1.i 18.1.j 18.1.k
— Les liquides — Les oiseaux — La dilatation des gaz — La dissolution — La dilatation des liquides — D'où vient la buée — Méthodologie et concept de base	18.1.l 18.1.m 18.1.n 18.1.o 18.1.p 18.1.q 18.1.r
— Comment les trompettes produisent-elles de la musique ? — Comment pousse un arbre ? — Comment le soleil avance ? — Les éclipses — Elevage des chenilles et métamorphoses du papillon — De la chenille au papillon — Comment les fils de la guitare font de la musique ? — Abord technologique des problèmes électriques — Si on chauffe de l'eau de mer, est-ce qu'il restera du sel au fond du récipient ? — La nature au fil des jours	19.1.a 19.1.b 19.1.c 19.1.d 19.1.e 19.1.f 19.1.g 19.1.h 19.1.i 19.1.j
— Le milieu dunaire marin — Les casiers à crabes et à crevettes — Les casiers à crabes et à crevettes — Vers la protection de la nature en milieu marin — Vers la protection de la nature en milieu marin — Bilan d'un travail effectué pendant un séjour en classe de mer	19.2.a 19.2.b 19.2.c 19.2.d 19.2.e 19.2.f

ACADEMIE	TERRAIN D'EXPERIENCE	EQUIPE PEDAGOGIQUE	
		Nom du responsable ou du conseiller scientifique de l'expérience	Nom de l'instituteur ayant réalisé l'expérience
RENNES		M ^{me} BEULZE, professeur d'E.N. M. MORISSET, I.D.E.N.	M ^{me} LE NOUY C.P. C.E. 1, C.E. 2 M ^{me} PRIGENT C.P. M ^{me} QUISTRIC C.M. 1, C.M. 2 M ^{me} POINSON C.M. 2, C.E. 1 C.E. 2 C.M. 2 C.M. 1 M ^{me} POINSON C.M. 2
	E.N.G., VANNES	M. DEVILLE, directeur d'E.N.	C.M. 1, C.M. 2 M ^{me} BRAUD C.M. 1
ROUEN	E.N.G., MONT-SAINT- AIGNAN	M. GRIS, professeur d'E.N.	M ^{me} MARAIS C.M. 2 M ^{me} LEHMAN C.M. 2 M ^{me} LEHMAN C.M. 1 M. GROSSET C.M. 1 M ^{me} OCZKOWSKI C.P. M. HACOURT C.M. 2 M. BONNEAU C.E. 1 M ^{me} METOIS C.E. 2 M ^{me} GLEDEL C.E. 2 M ^{me} LEHMAN C.M. 1 M ^{me} MARAIS C.M. 1 M ^{me} DURAMAY C.M. 2 M. BRUNERIE C.M. 1 C.E. 2, C.M. 1, C.M. 2 M ^{me} DUBOIS C.E. 2 M. DELEPINE C.E. 1
TOULOUSE	E.N., FOIX	M. BONREPAUX, professeur d'E.N.	C.M. C.M. C.P. M. FONTER
	E.N.G., RODEZ	M ^{me} LARUE, professeur d'E.N.	C.M. 2 Fiche technique

INTITULE DU COMPTE RENDU D'EXPERIENCE	CODE
— Des oiseaux en cage : « les mandarins » — Les aimants — La mare — Les œufs des oiseaux — Les oiseaux — Observation d'un mur de pierres sèches — Du gland au chêne — Dispositif du jaugeage	19.2.g 19.2.h 19.2.i 19.2.j 19.2.k 19.2.l 19.2.m 19.2.n
— Le cheval : sondage sur les connaissances — Le moteur à explosion : sondage sur les connaissances avant et après une leçon — L'enfant météorologiste : la température de l'air	19.3.a 19.3.b 19.3.c
— Etude du comportement d'un animal, le cloporte — Etude du peuplement d'un espace vierge — Sortie en forêt — Sortie au bois : le marronnier — Un hamster et des graines — Les champignons — La cour de l'école — Sortie en forêt : les fruits de l'automne — La cour de l'école : la vie du lombric — Etats des corps : changement d'état — Les muscles — Le chêne — La vie de l'arbre — Les champignons — La cour de l'école : la vie de l'escargot — Sortie au bois : les feuilles	20.1.a 20.1.b 20.1.c 20.1.d 20.1.e 20.1.f 20.1.g 20.1.h 20.1.i 20.1.j 20.1.k 20.1.l 20.1.m 20.1.n 20.1.o 20.1.p
— Espace - temps : correspondance entre 2 classes urbaines : Auch et Savenay — L'appareil photographique — Les leviers — Les circuits électriques — La lampe de poche	21.1.a 21.1.b 21.1.c 21.1.d 21.1.e
— Les migrations des oiseaux — Reconstitution d'un milieu naturel en classe : l'aquarium	21.2.a 21.2.b

ACADEMIE	TERRAIN D'EXPERIENCE	EQUIPE PEDAGOGIQUE	
		Nom du responsable ou du conseiller scientifique de l'expérience	Nom de l'instituteur ayant réalisé l'expérience
PARIS	E.N., SAINT- GERMAIN-EN-LAYE	M. MILLON, M ^{me} LARUE, professeurs d'E.N.	C.M. 1, C.M. 2
		M. CANAL, professeur d'E.N.	M. COSTES C.M. 2 M. COSTES C.M. 1 M. COSTES C.M. 2 M ^{me} ROQUEFEUILLE C.M. 2
		J. DEUNFF, professeur d'E.N.	Radio-vision
		J. DEUNFF, professeur d'E.N.	
	E.N., SAINT- GERMAIN-EN-LAYE	J. DEUNFF,	Atelier de pédagogie Magazine
	E.N., AURILLAC	VUITTENEZ	
	E.N., SAINT- GERMAIN-EN-LAYE	J. DEUNFF,	
	Circonscription de CHATEAULIN	P. MORISSET	

Remarque : A la suite de circonstances matérielles indépendantes de notre volonté, cette liste de travaux de recherche peut comporter des omissions. Les travaux dont les titres n'auraient pas été cités ici seront mentionnés dans les publications ultérieures.

INTITULE DU COMPTE RENDU D'EXPERIENCE	CODE
— Le régime alimentaire des rapaces	21.2.c
— Découverte du moteur à explosion — Etude expérimentale d'un objet technique : la cafetière — Approche expérimentale du principe d'Archimède — Etude du thermomètre	21.2.d 21.2.e 21.2.f 21.2.g
PRODUCTIONS DE LA R.T.S.	
En promenade au bord de la mer : — Algues et coquillages	
— Ecologie I	
— Ecologie II	
— Objets et phénomènes physiques	

Dépôt légal n° 4 907 - 1^{er} trim. 1974 - Imp. BIALEC, NANCY

Les publications de l'I.N.R.D.P.
(dont le catalogue gratuit vous sera envoyé sur demande)
sont diffusées par le S.E.V.P.E.N. à

AJACCIO - C.D.D.P. : avenue Pugliesi-Conti - 20000 Ajaccio
ALBI - C.D.D.P. : Centre administratif, rue du Général-Graud - 81010 Albi Cedex
ALENÇON - C.D.D.P. : Cité administrative, place Lonet - 61013 Alençon
AMIENS - C.R.D.P. 33, rue des Minimes - B.P. 348 G - 80026 Amiens Cedex
ANGERS - C.D.D.P. : 9, rue Grandet - 49000 Angers
ANGOULÊME - C.D.D.P. : 1, rue Vauban - 16017 Angoulême
ARRAS - C.D.D.P. : 39, rue aux Ours - 62022 Arras
AUCH - C.D.D.P. : rue Boissy-d'Anglas - 32007 Auch
AVIGNON - C.D.D.P. : 8, rue Frédéric-Mistral - 84000 Avignon
BEAUVAIS - C.D.D.P. : 22, avenue Victor-Hugo - B.P. 321 - 60030 Beauvais Cedex
BESANÇON - C.R.D.P. : 16 et 17, rue Ernest-Renan - B.P. 1153 - 25003 Besançon Cedex
BORDEAUX - C.R.D.P. : 75, cours d'Alsace-Lorraine - 33075 Bordeaux Cedex
BOURG-EN-BRESSE - C.D.D.P. : 6, rue Jules-Ferry - 01000 Bourg-en-Bresse
BOURGES - Antenne du C.R.D.P. : 9, rue Edouard-Brarly - 18000 Bourges
BREST - C.D.D.P. : 108, rue Jean-Jaurès - 29200 Brest
CAEN - C.R.D.P. : 21, rue du Moulin-au-Roy - 14034 Caen Cedex
CAHORS - Antenne du C.R.D.P. : Cité Administrative - quai Cavaignac - 46000 Cahors
CARCASSONNE - C.D.D.P. : 56, avenue du Docteur-Henri-Gout - 11012 Carcassonne
CHALONS-SUR-MARNE - Section du C.R.D.P. : Cité administrative - 51036 Châlons-sur-Marne Cedex
CHAUMONT - C.D.D.P. : 20, rue Haeussler - 52000 Chaumont
CHARLEVILLE-MEZIERES - C.D.D.P. : 18, rue Voltaire - 08100 Charleville Mézières
CLERMONT-FERRAND - C.R.D.P. : 15, rue d'Amboise - 63037 Clermont-Ferrand
DIGNE - C.D.D.P. : Ancien lycée de jeunes filles - place des Cordeliers - 04000 Digne
DIJON - C.R.D.P. : Campus universitaire de Montmuzart, boulevard Gabriel - B.P. 490 - 21013 Dijon Cedex
FOIX - C.D.D.P. : 31 bis, avenue du Général-de-Gaulle - 09008 Foix
FORT-DE-FRANCE (Martinique) - C.D.D.P. : 49, rue Victor-Severe - 97200 Fort-de-France
GAP - Antenne du C.R.D.P. : 4, avenue du Maréchal-Foch - 05000 Gap
GRENOBLE - C.R.D.P. : 11, rue du Général-Champon - 38031 Grenoble Cedex
LAON - C.D.D.P. : 27, rue Ferdinand-Thuillier - impasse de l'Eglise - 02000 Laon
LA ROCHELLE - C.D.D.P. : rue de Jéricho - 17000 La Rochelle
LE MANS - C.D.D.P. : 31, rue des Maillets - 72000 Le Mans
LILLE - C.R.D.P. : 3, rue Jean-Bart - 59046 Lille Cedex
LIMOGES - C.R.D.P. : 44, rue Gay-Lussac - 87031 Limoges Cedex
LYON - C.R.D.P. : 47-49, rue Philippe-de-Lassalle - 69316 Lyon Cedex 1
MARSEILLE - C.R.D.P. : 55, rue Sylvabelle - 13291 Marseille Cedex 2
MENDE - C.D.D.P. : 12, avenue du Père Coudrin - 48000 Mende
MONTAUBAN - C.D.D.P. : 9, rue du Fort - 82000 Montauban
MONT-DE-MARSAN - C.D.D.P. : Cité Galliane, avenue Cronstadt - 40000 Mont-de-Marsan
MONTPELLIER - C.R.D.P. : allée de la Citadelle - 34064 Montpellier Cedex
NANCY - C.R.D.P. : 99, rue de Metz - 54000 Nancy
NANTES - C.R.D.P. : 17, rue Gambetta - B.P. 1001 - 44036 Nantes Cedex
NEVERS - C.D.D.P. : Ecole du Château - 58000 Nevers
NICE - C.R.D.P. : 117, rue de France - 06000 Nice
NIMES - C.D.D.P. : 10, Grand Rue - 30000 Nîmes
NIORT - C.D.D.P. : 1, rue Jules Ferry - 79000 Niort
ORLÉANS - C.R.D.P. : 55, rue Notre-Dame-de-Recouvrance - 45012 Orléans Cedex
PARIS - C.R.D.P. : 29, rue d'Ulm - 75230 Paris Cedex 05 - Librairie : 13, rue du Four - 75270 Paris Cedex 06
PAU - C.D.D.P. : Villa Nitot - avenue Nitot - B.P. 299 - 64016 Pau
PERPIGNAN - C.D.D.P. : 24, rue Emile-Zola - 66020 Perpignan Cedex
POINTE-A-PITRE (Guadeloupe) - C.D.D.P. : rue du Gouverneur-Félix-Eboué - 97154 Pointe-à-Pitre
POITIERS - C.R.D.P. : 6, rue Sainte-Catherine - 86034 Poitiers Cedex
REIMS - C.R.D.P. : 47, rue Simon - B.P. 387 - 51063 Reims Cedex
RENNES - C.R.D.P. : 92, rue d'Antrain - B.P. 158 - 35003 Rennes Cedex
RODEZ - C.D.D.P. : ENI - 12, rue Sarrus - 12000 Rodez
ROUEN - C.R.D.P. : 2, rue du Docteur Fleury - 76130 Mt-St-Aignan
 Adresse postale : Cedex 3038 - 76041 Rouen Cedex
SAINT-DENIS (La Réunion) - C.D.D.P. : 97489 Saint-Denis
SAINT-ETIENNE - C.D.D.P. : 16, rue Marcellin-Aillard - 42000 Saint-Etienne Cedex
STRASBOURG - C.R.D.P. : 5, quai Zorn - B.P. 279 R7 - 67007 Strasbourg Cedex
TARBES - C.D.D.P. : rue Georges-Magnoac - B.P. 205 - 65013 Tarbes
TOULOUSE - C.R.D.P. : 3, rue Roquelaine - 31069 Toulouse Cedex
TOURS - C.D.D.P. : 1, rue Gutenberg - 37000 Tours
TROYES - C.D.D.P. : 1, rue Bégaud - 10014 Troyes Cedex
VALENCE - C.D.D.P. : "Ancienne Préfecture", place Le Cardonnel - B.P. 498 - 26010 Valence

773

INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
ET DE DOCUMENTATION
PÉDAGOGIQUES



SERVICE D'ÉDITION ET DE VENTE
DES PUBLICATIONS
DE L'ÉDUCATION NATIONALE
29, RUE D'ULM
75230 PARIS - CEDEX 05